Haute Techno-Ferme

Marine Reynaud
Sixtine Daniélou
Sophy Nhim

Directeur du projet : Yann Blanchi
Directeur de mémoire : Grégoire Chelkoff et Magali Paris

Projet de fin d'étude d'architecture Juin 2013
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble

Architecture
Ambiances
Cultures
Numériques

école nationale
supérieure
d' architecture
de grenoble

Haute Techno-Ferme

Marine Reynaud
Sixtine Daniélou
Sophy Nhim

Responsable du Master AACN :

Philippe Liveneau, architecte, docteur en sciences pour l'ingénieur, maître-assistant TPCAU à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Directeur d'étude du projet :

Yann Blanchi, architecte, maître-assistante associée TPCAU à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Directeur de mémoire :

Grégoire Chelkoff, architecte, HDR en urbanisme, professeur STA à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Magali Paris, paysagiste, docteur en urbanisme et architecture, maître-assistante associée VT à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Jury :

Christian Drevet, architecte, professeur TPCAU à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Clermont-Ferrand.

Laurent Sfar, plasticien, maître-assistant ATR à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

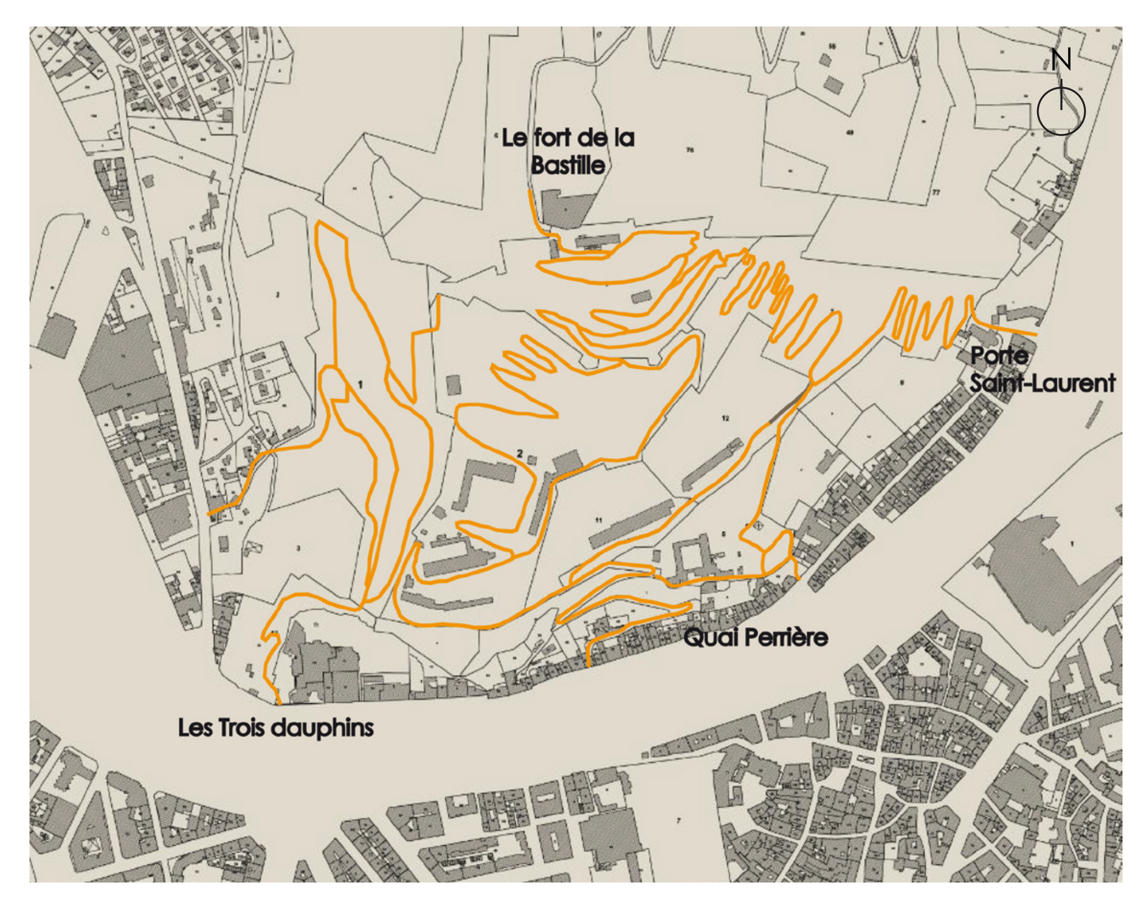
Sylvie Amselem, architecte, service réhabilitation et patrimoine urbain, direction de l'urbanisme, ville de Grenoble.

Sommaire

Introduction

L'institut Dolomieu et l'Institut de Géographie Alpine sont deux édifices emblématiques du patrimoine architectural et scientifique grenoblois. Dominant Grenoble depuis la colline de la Bastille, ils sont aujourd'hui à l'abandon. Notre objectif est de les réhabiliter en les insérant dans la dynamique scientifique de la ville, créant ainsi un pôle de recherche innovant, s'inscrivant entre la ville et la montagne et venant articuler les deux pôles de recherche déjà existants : le Polygone Scientifique et le campus universitaire de Saint-Martin d'Hères.

L'innovation et l'expérimentation technique sont deux dimensions indispensables dans la question de la réhabilitation. La ville de Grenoble, qui rayonne à travers ses activités scientifiques et technologiques, est le territoire idéal pour expérimenter de nouvelles technologies sur l'énergie, la biotechnologie, ou encore la nanotechnologie. Le site historique de la Bastille contribue aussi à l'attractivité de Grenoble, notamment grâce à son célèbre réseau de bulles qui fut en 1934 l'un des premiers téléphériques au monde après Rio de Janeiro au Brésil et Cape Town en Afrique du Sud. Le téléphérique permet d'atteindre facilement l'imposante fortification militaire installée au sommet de la colline depuis le centre-ville. Ce fort est un lieu marquant pour les Grenoblois car il permet de prendre de la hauteur sur la ville sans trop s'en éloigner. Des accès depuis le quai Perrière, la Porte Saint Laurent ou les Trois Dauphins offrent aux piétons la possibilité de monter à pied jusqu'au fort sommital. En revanche, la forte inclinaison du terrain rend parfois le parcours difficile et ardu, et peut décourager le visiteur à explorer les lieux. L'accès en voiture est possible jusqu'au fort du Rabot et au musée Dauphinois qui sont à mi-hauteur depuis le centre-ville. En créant de nouveaux accès au site et de nouvelles activités, les Grenoblois pourront découvrir la Bastille d'une nouvelle manière et renforcer ainsi l'intérêt que présente ce lieu.



Carte des accès à la colline de la Bastille depuis Grenoble

Cette colline crée une rupture entre deux quartiers de Grenoble : le Polygone scientifique au nord et le campus de Saint-Martin-d'Hères à l'est. Ces deux sites regroupent les universités et laboratoires de recherche de la ville. Par ailleurs, nous retrouvons à Grenoble quatre grandes universités[1] , cinq laboratoires internationaux de recherche dont l'ESRF et l'ILL[2] , ainsi que neuf organismes de recherche nationaux[3] qui continuent à entretenir au fil des ans une collaboration étroite et privilégiée.

1 Université Joseph Fourier (sciences, technologie et santé), Université Pierre Mendès France (sciences humaines et sociales), Université Stendhal (lettre, langues, langage, art et communication), Grenoble INP (sciences de l'ingénieur)

2 ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), ILL (Institut Laue Langevin), EMBL (European Molecular Biology Laboratory), GHMFL (Grenoble High Magnetic Field Laboratory) ,IRAM (Institut de Radioastronomie Millimétrique), ESRF et ILL sont deux installations scientifiques classées au premier rang mondial.

3 CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), CEA (Commissariat à l'Energie Atomique), INRIA (Institut National de Recherche Informatique et Automatique), Cemagref (Centre de Recherche pour l'ingénierie de l'Agriculture et de l'Environnement), UMR-GAEL (Laboratoire d'Economie Appliquée de Grenoble), INSERM (Institut National Santé et Recherche Médicale), CRSSA (Centre de Recherche du Service de Santé des Armées), IRD (Institut de Recherche pour le Développement), CEN/CNRM (Centre d'Etudes de la Neige)

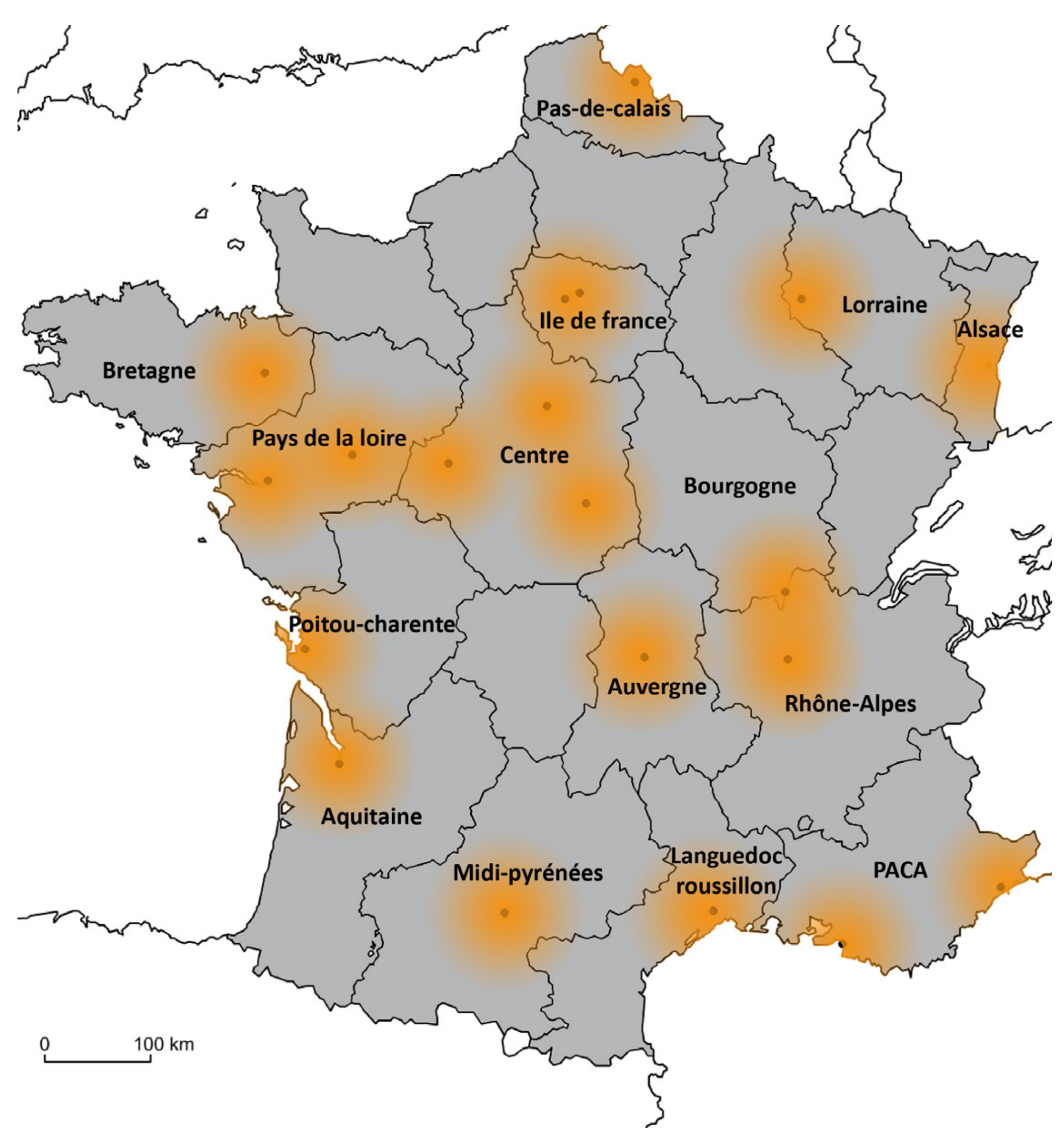


Carte des laboratoires de recherche Grenoblois

Plusieurs d'entre eux font partie du projet GIANT – Grenoble Innovation for Advanced New Technologies – qui se met en place au Polygone scientifique. L'objectif de ce projet est de tisser de nouveaux liens entre recherche, enseignement et industrie, afin de répondre à des enjeux auxquels la société se confronte aujourd'hui : les technologies de l'information et de la communication, les énergies renouvelables et la santé. Un futur campus rassemblera plusieurs milliers d'étudiants et de chercheurs qui mèneront leurs recherches au cœur de grands laboratoires et d'entreprises innovantes.

Dans cette optique, et étant donnés les acteurs scientifiques déjà établis à Grenoble, nous proposons d'implanter à la Bastille un pôle agronomique d'études et de recherches sur la culture contrainte et les technologies durables. Ce domaine de recherche n'est pas encore bien étudié au sein des différents Instituts Nationaux de la Recherche Agronomique français (*cf. Annexe 1*). De plus, la région iséroise n'accueille aucun centre de recherche sur l'agronomie.

Ce pôle unique en France contribuera au développement de l'excellence scientifique et technologique de Grenoble. Par culture contrainte, nous entendons l'étude de l'agriculture en montagne ou en zone urbaine, deux terrains *a priori* peu propices à cette activité. La ville de Grenoble étant entourée par les montagnes, il nous paraît judicieux d'y installer ce programme. Par conséquent, des animaux agricoles,



Carte des INRA français

tels que des bovins et des porcins, ainsi que des plantes issues de climats différents serviront de supports expérimentaux au sein de ce pôle recherche.
Cet institut sera implanté dans les bâtiments de l'Institut de Géographie Alpine (IGA) et l'Institut de Géologie (Dolomieu) qui sont actuellement en déliquescence. Le choix de ce site présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il permet de réhabiliter deux bâtiments emblématiques appartenant au patrimoine de la ville de Grenoble datant des années 1960. Réhabiliter un bâtiment est un enjeu majeur du développement

durable. Aujourd'hui, seulement 27% des activités d'un architecte concernent la réhabilitation contre 73% dans la construction neuve[1]. La réhabilitation des bâtiments doit répondre aujourd'hui à de nouvelles exigences en matière de qualité environnementale, de performances énergétiques et d'adaptation aux nouvelles technologies. Ensuite, le site de la Bastille se trouve entre le Polygone scientifique et le campus de Saint-Martin-d'Hères, les deux lieux majeurs de la recherche grenobloise. Avec la mise en place d'un nouveau réseau de transports en commun, le site sera facilement accessible depuis ces deux pôles de recherche. Il faut ajouter que l'orientation au sud et la place surélevée des édifices permet de travailler plus facilement avec les énergies solaires et éoliennes qui tiennent une place prépondérante dans les recherches du futur institut. Par ailleurs, en réunissant au même endroit plusieurs thématiques de recherche (chimie verte, santé agricole, énergies renouvelables etc.), les chercheurs pourront mettre en commun leurs idées innovantes. Enfin, ces pôles d'agronomie et de technologies durables ont un but pédagogique. Nous prévoyons d'établir un véritable dialogue entre les chercheurs, les étudiants et le public. Les recherches effectuées au sein du laboratoire serviront aussi à sensibiliser le public au développement durable, à l'économie des énergies et au recyclage de leurs déchets. Par conséquent, le but des recherches est aussi de répondre à la question de l'adaptabilité des technologies aux habitats individuels ou bâtiments publics.

Deux organismes conduisent déjà des recherches en lien avec l'agriculture, la consommation et l'environnement : le Cemagref et l'UMR-GAEL. L'université Grenoble INP oriente une majeure partie de ses recherches vers le développement de technologies de l'énergie. Le lycée horticole situé à Saint-Ismier propose un enseignement sur l'aménagement paysager et la gestion des milieux naturels. Ainsi, nous proposons à ces acteurs, déjà bien implantés à Grenoble, de délocaliser une partie de leurs activités pour mettre en commun leurs savoirs afin d'aider la recherche à avancer et renforcer la collaboration existante entre universitaires, scientifiques, industriels et collectivités.

Le développement durable est un enjeu majeur dans la société actuelle. Cependant, il nous oblige généralement à changer nos modes de vie, nous impose des contraintes.

1 Chiffres établis selon la Fédération Française du Bâtiment

A travers ce projet, nous souhaitons montrer qu'une alternative est possible et que les nouvelles technologies peuvent s'adapter aussi bien aux logements qu'aux bâtiments publics. Ainsi, nous souhaitons capter les ressources naturelles telles que l'énergie éolienne et solaire et valoriser les déchets afin de produire un apport énergétique complémentaire aux bâtiments. Cela va du compostage des déchets organiques pour les réutiliser en compost pour les végétaux à la phytoépuration des eaux usées pour les réemployer dans l'arrosage des plantes, le nettoyage des boxes des animaux en passant par le principe de méthanisation pour produire de l'électricité.

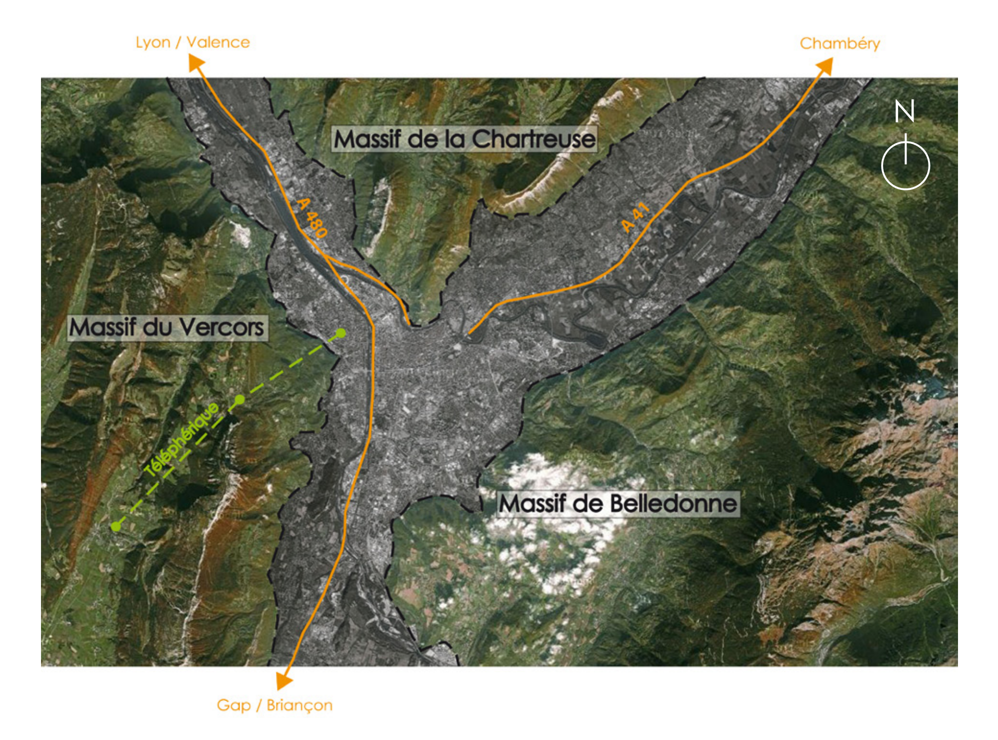
Nous mettons donc en place un réseau technique de conduits apparents en façade qui permettra la circulation de ces flux énergétiques et organiques. Ce réseau, qui sert également de support de recherche pour les scientifiques, reproduira des conditions climatiques expérimentales comme un climat tropical ou sec. Dans cette optique, la dualité sera le fil conducteur du projet. Elle se définit suivant plusieurs facteurs naturels et architecturaux : les façades des bâtiments (nord et sud), la température (chaud et froid), le terrain (sol et hors-sol), l'éclairage (ombré et lumineux), la vue (proche et horizon), ou la nature de l'élément (minéral et organique). Utiliser la dualité comme fil directeur nous a permis de répartir notre programme dans les édifices.

Le projet aborde trois dimensions indispensables du développement durable : l'écologie, l'économie et l'écosystème. Nous souhaitons minimiser le gaspillage et les pertes énergétiques en valorisant les déchets et en développant des matériaux toujours plus novateurs. De plus, le projet permet l'accueil d'animaux et la culture de différentes variétés de plantes afin de permettre aux scientifiques de faire des recherches sur l'agriculture contrainte. Afin de reprendre les idées directrices de notre projet et son rapport à la Bastille, nous choisissons de l'intituler *Haute Techno-Ferme*. Ce nouveau pôle recherche contribuera non seulement aux recherches scientifiques de Grenoble, mais aussi aux développements et à l'accompagnement de futurs centres agronomiques et de fermes urbaines suivant les enjeux économiques, à l'adaptation aux aléas climatiques et à la préservation des ressources.

1- Innervations territoriales

Le « Y » grenoblois

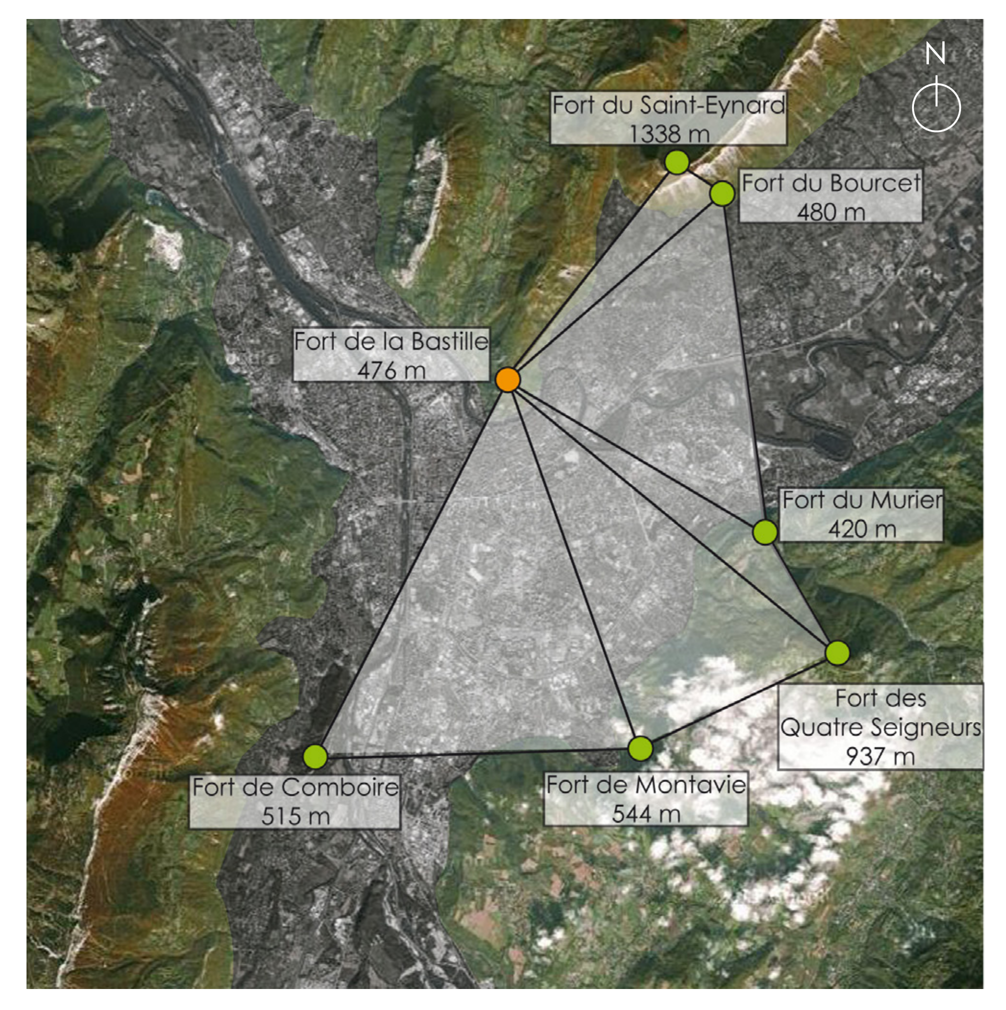
La ville de Grenoble est cernée par trois chaînes de montagnes : le Vercors, la Chartreuse et Belledonne, créant ainsi le « Y » grenoblois. Henri Beyle, plus connu sous le pseudonyme littéraire de Stendhal disait de la ville de Grenoble : « Au bout de chaque rue, une montagne ». Cette configuration géographique limite les accès routiers. Les principaux axes permettant de desservir la ville se font par les vallées. On retrouve l'autoroute A480 située dans la vallée de la Cluse et l'autoroute A41 située dans la vallée du Grésivaudan.



Carte des accès routiers desservant Grenoble

Afin de mieux desservir la ville, la région mettra en place d'ici fin 2014 un nouveau réseau téléphérique permettant de relier Fontaine et Lans-en Vercors, en passant par Saint-Nizier-du-Moucherotte.

A la fin du 19ème siècle, la ville de Grenoble se sert de cette configuration géographique particulière pour se protéger. En 1873, le Colonel Cosseron de Villenoisy propose au comité des fortifications un dispositif permettant d'élargir la ligne de combat sur des directions considérées comme essentielles pour la protection de la ville. Ils mettent donc en place la construction de forts isolés autour de Grenoble, principalement placés sur le massif de la Chartreuse et de Belledonne. Dès 1875, commence la construction de six forts : le fort de Comboire situé en contrebas du massif du Vercors, les forts de Montavie, des Quatres Seigneurs et du Murier situés sur le massif de Belledonne et les forts du Bourcet et du Saint-Eynard situés sur le massif de la Chartreuse.

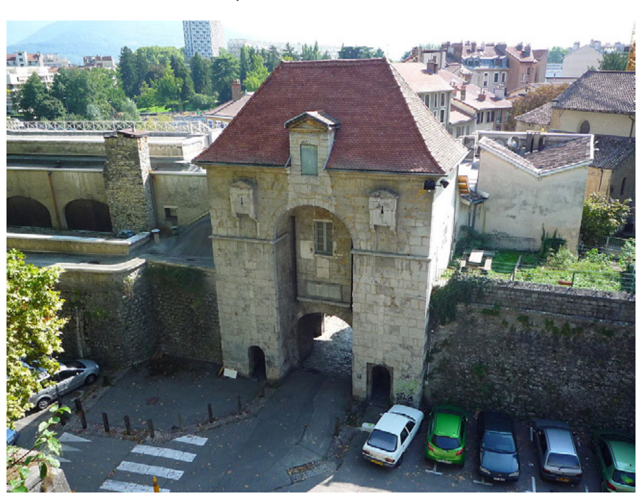


Carte des forts entourant Grenoble

Le fort de la Bastille, placé sur les derniers contreforts du massif de la Chartreuse entre les deux branches supérieures du « Y » grenoblois, vient clôturer cette ceinture fortifiée. Mais contrairement aux six autres, forts les ouvrages de la colline de la Bastille sont organisés pour tirer vers la montagne et parer à une attaque venant de la Chartreuse. Ainsi, la Bastille épouse le relief et est camouflée sous une couche de végétation pour surprendre l'ennemi.
Sa construction a débuté en 1591 sous la direction du Gouverneur de Grenoble François de Bonne de Lesdiguières. Elle est constituée, à l'époque, d'une tour et d'une enveloppe de petits bastions qui sont entourés d'un mur d'environ 1,30 mètre d'épaisseur et de 68 mètres de long et de deux branches de fortifications descendant de part et d'autre de la Bastille vers deux nouvelles portes monumentales situées sur les bords de l'Isère : la porte de France et la porte Saint-Laurent.



La porte de France



La porte Saint-Laurent

Les fortifications de la Bastille se modifieront et se consolideront par la suite au 17ème siècle grâce à l'architecte militaire Sébastien Le Prestre de Vauban puis au 19ème siècle par le Général François Nicolas Benoit Haxo. Le fort de la Bastille est donc devenu le fort le plus conséquent des sept forts entourant la ville de Grenoble. Nous pouvons observer ces différentes constructions depuis les quais de l'Isère. La composition de ces aménagements forment des lignes longitudinales et marquent ainsi le paysage avec une alternance entre végétations abondantes et fortifications. La verticalité et la hauteur de la colline de la Bastille sont contrastées par l'horizontalité des constructions.

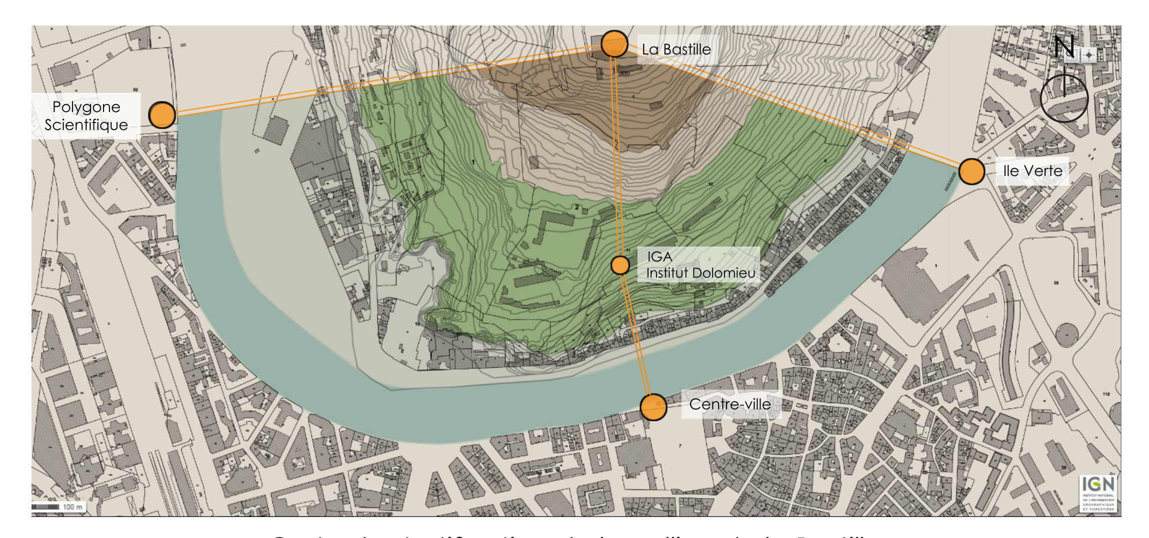


Vue de la colline de la Bastille depuis Grenoble

Avec 600 000 visiteurs par an, la colline de la Bastille est de nos jours le deuxième site touristique de la région iséroise. Elle est l'emblème de Grenoble. Dominant la ville à une altitude de 264 mètres, le fort est un point de repère pour les Grenoblois. La colline est pratiquement visible dans toute la ville, surtout la nuit lorsque les lumières du fort s'illuminent.

La stratification du site

L'analyse territoriale nous a amené à déterminer plusieurs ceintures suivant l'altitude et l'aménagement, découpant ainsi le site en différentes strates. Nous retrouvons une première ceinture définie par l'Isère qui détermine la morphologie des berges, puis une ceinture de bâtis qui se trouve en contrebas de la colline. Viennent ensuite une ceinture principalement qualifiée par le Musée Dauphinois, le Rabot, l'IGA et l'Institut Dolomieu, puis une autre caractérisée par une végétation assez abondante, et enfin une ceinture historique avec les remparts et le fort de la Bastille.



Carte de stratification de la colline de la Bastille



Coupe territoriale des strates

Le projet *Haute Techno-Ferme* se développe sur la troisième ceinture pour plusieurs raisons : tout d'abord pour sa proximité avec la ville puisqu'elle se situe juste après la ceinture de bâtis le long de l'Isère, pour ses terrains favorables à de futurs aménagements comme la prairie située à l'est de la ceinture ou encore celle en contrebas de l'Institut Dolomieu et de l'IGA, et enfin pour sa situation rapprochée de certains endroits clés comme le Rabot ou encore le Musée Dauphinois.



Zone d'intervention

Lorsque nous posons notre regard sur cette colline, nous pouvons observer très nettement ces couches distinctes. Ces différentes strates donnent l'impression que la colline de la Bastille est inaccessible avec des remparts de différentes natures : le bâti, la végétation et les fortifications.

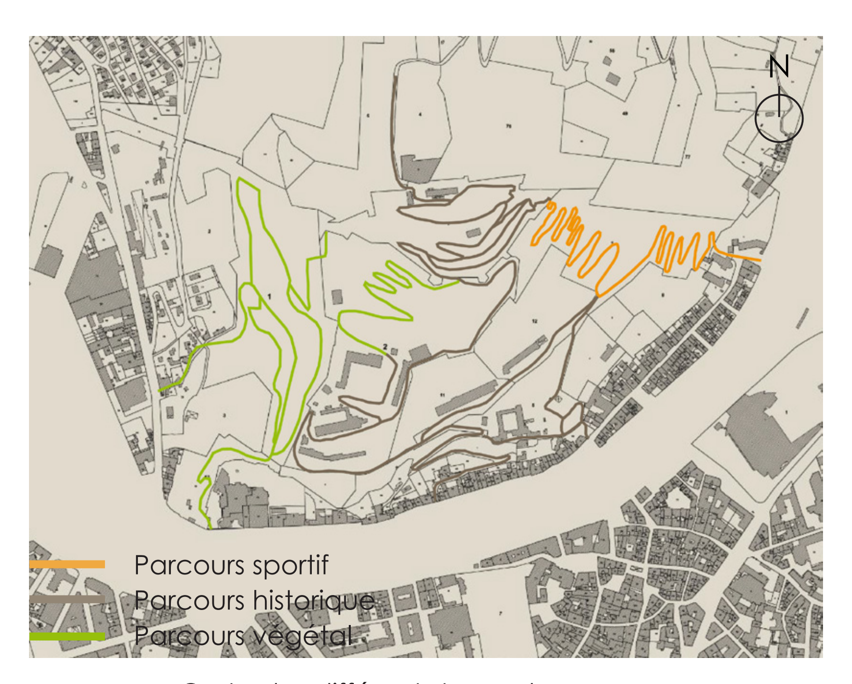
La question que nous nous posons alors est de savoir comment pouvons-nous accéder à ce site, qui est par nature impénétrable et percevable à chaque endroit de la ville ?

Il y a peu d'accès qui mènent au point culminant de cette colline. Nous pouvons y accéder du centre-ville en téléphérique. C'est un moyen de transport rapide et agréable qui offre une promenade au-dessus de la végétation et des remparts. Le seul accès routier conduisant au fort est le chemin de la Bastille qui part de la Tronche, au nord-est de Grenoble. Il y a notamment la rue Maurice Gignoux qui part du quai Perrière mais celle-ci s'arrête au Rabot. Plus nous montons vers le fort et moins l'accessibilité est facile, les autres accès sont principalement piétons.



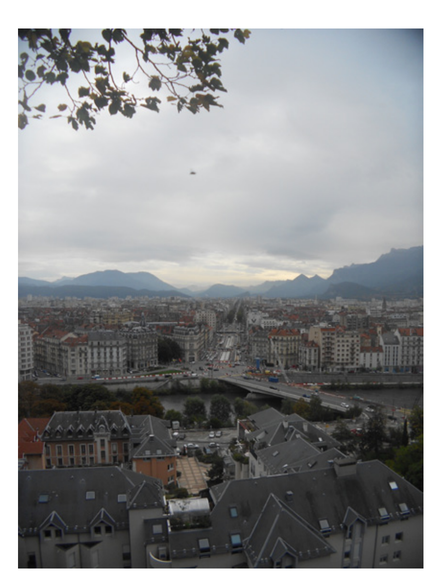
Carte des différents accès à la colline de la Bastille

Nous retrouvons une multitude de cheminements qui mènent tous vers un même but : le fort de la Bastille. Ils sont, pour la plupart, mal entretenus et peu utilisés. L'état de ces cheminements nous a amené à les requalifier. Nous les avons donc répertorié en types de parcours : parcours végétal, parcours historique ou encore parcours sportif.



Carte des différents types de parcours

Au fil de la déambulation nous ressentons et nous percevons des choses différentes, comme le disait Stendhal : « Je n'ai pas la force de décrire la vue admirable et changeant tous les cents pas, que l'on a depuis la Bastille. » Chaque parcours est rythmé par la végétation abondante, les ouvertures sur la ville, les moments d'effort mais aussi les temps de pause. Régulièrement nous rencontrons des espaces sombres qui contrastent avec les espaces ouverts, ce qui crée des ruptures dans la promenade.
Prenons l'exemple du cheminement qui part du parc des Trois Dauphins vers la porte de France. Nous commençons la déambulation par une ascension assez abrupte en prenant des escaliers. Nous rencontrons un premier temps de pause sur les remparts situés en contrebas de la colline avec une vue panoramique sur la ville qui est principalement orientée sur le cours Jean Jaurès. Nous continuons notre avancée en empruntant un tunnel escarpé qui nous permet de traverser un autre rempart. Lorsque nous pénétrons dans le tunnel nous nous sentons enfermés, avec un seul appel vers la sortie dans cet espace sombre et étroit. Nous débouchons ensuite sur une autre vue panoramique toujours orientée sur le cours Jean Jaurès mais avec une perspective différente.





Vue sur Grenoble



Le tunnel

Le passage de l'un à l'autre nous donne le sentiment de nous ouvrir au paysage. Notre promenade se poursuit en franchissant une passerelle en bois, qui nous amène vers une zone plus végétalisée. Cette passerelle est comme une transition entre la promenade à travers les remparts et la végétation abondante.

Nous prenons conscience du changement de strate, on passe du minéral au végétal. La matérialité du cheminement change, elle devient plus naturelle. Nous poursuivons donc notre promenade sur un chemin en terre, entouré d'arbres et de plantes diverses. Nous avons l'impression d'être à la campagne et non plus dans la ville, la promenade est plus agréable, en pente douce.



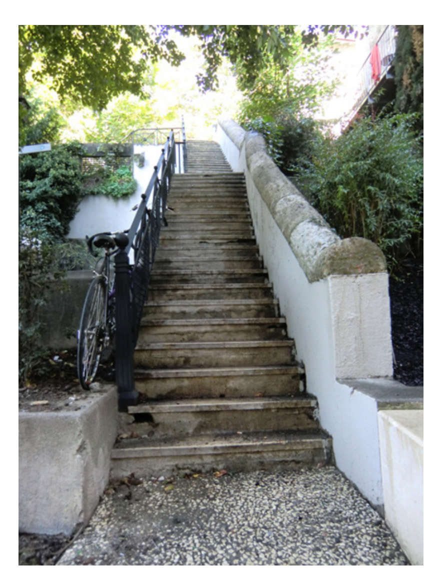
La passerelle



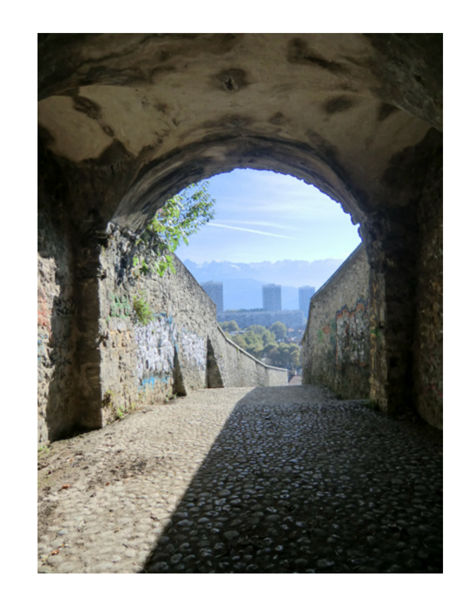
Changement de strate

Nous grimpons ensuite sur un autre rempart avant d'arriver sur un espace plus ouvert qui nous offre une vue panoramique sur l'esplanade et le Polygone scientifique. Nous pouvons profiter de cet espace aménagé par des bancs pour faire une pause et observer les alentours. Nous avançons ensuite sur un chemin qui se resserre de plus en plus, avec une végétation beaucoup plus présente et moins ordonnée. Nous sentons que nous nous enfonçons dans la colline : la pente devient de plus en plus raide, il faut éviter les branches et regarder où l'on marche. La suite de la promenade continue par une ascension grâce à des escaliers. Le cheminement est toujours aussi resserré et abrupt. Nous retrouvons ensuite la minéralité avec les remparts, la végétation est de moins en moins présente. Nous rencontrons un nouveau changement de strate. La vue se dégage de plus en plus sur la ville, les ouvertures dans les remparts nous offrent différents cadrages sur les alentours, comme si ce que l'on observait était un tableau. Nous continuons ensuite sur un chemin plus large et plus aéré, qui nous emmène au point sommital : le fort. Celui-ci nous offre une vue panoramique sur toute la ville et ses environs, comme si elle résumait toutes les vues observées pendant notre ascension de la colline.

Nous avons donc classé ces points de rupture pour en ressortir une typologie de passage et de cadrage (*cf Annexe 2*) en fonction des différents paramètres et des qualifications sensibles. Nous avons, par exemple, comme typologie de passage les escaliers qui changent le rythme de la marche, les tunnels qui sont des espaces clos avec une seule échappatoire, ou encore les aires de repos aménagées qui sont une phase de récupération.



Escaliers



Tunnel

Concernant la typologie de cadrage nous avons, par exemple, les panoramas qui sont des espaces ouverts et stables, ou les fenêtres qui délimitent le dedans / dehors.



Espace ouvert



Fenêtre

Ces différents types de cadrage sont principalement orientés vers la ville et très rarement vers le fort. Les panoramas nous permettent de balayer la ville du regard, faisant ainsi ressortir ces traits de caractère et ces grandes lignes. Les portes et les fenêtres permettent de cadrer le paysage et d'orienter notre regard sur une partie de la ville. Ces deux types de cadrage nous donnent une profondeur de champ et nous permettent d'évaluer les distances proche / lointain.

Nous retrouvons donc un lien visuel entre la colline de la Bastille et la ville. La Bastille est visible pratiquement à chaque endroit de la ville, tandis que les points de vue que nous offrent le site sont principalement orientés vers la ville. Mais comment relier les deux concrètement ? Nous avons, tout d'abord, une séparation géographique, avec de part et d'autre de l'Isère la colline de la Bastille et la ville qui entoure celle-ci sur environ 180°. Puis une séparation sensorielle avec des expériences différentes où la colline est un endroit calme et reposant, la nature est omniprésente contrairement à la ville qui est un endroit où tout s'accélère, avec beaucoup de circulation, d'habitations, de travaux.

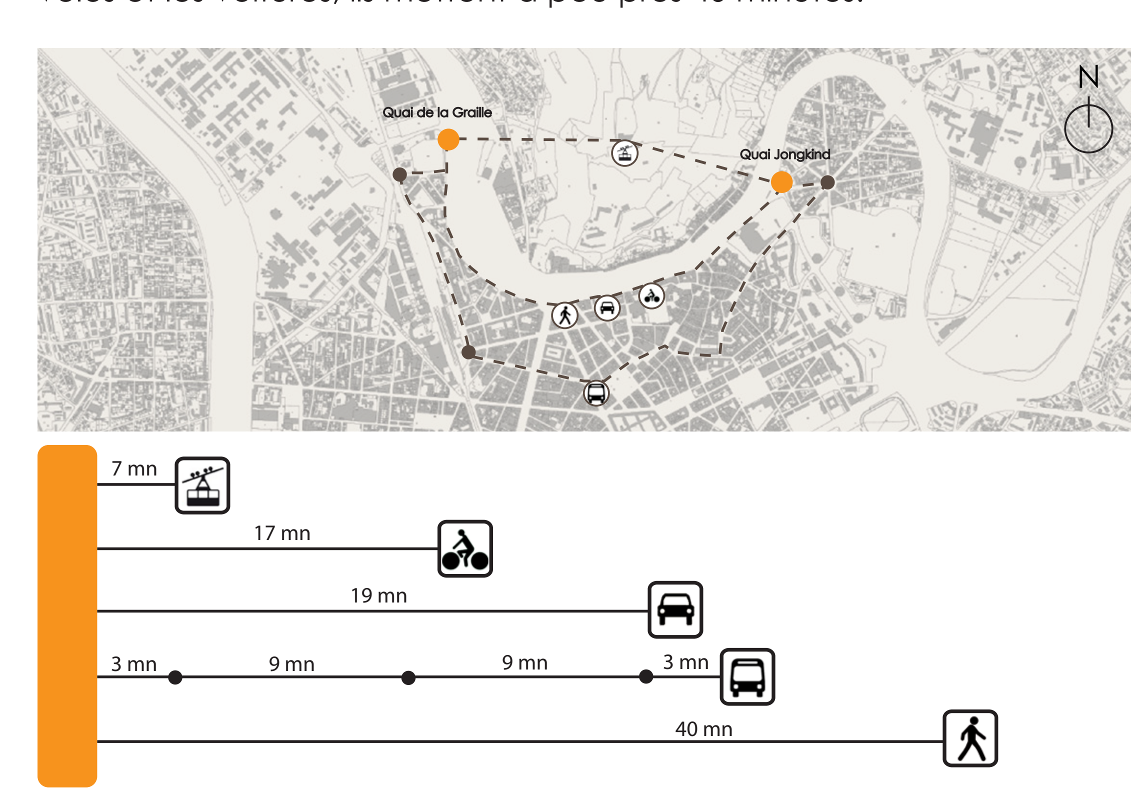
Une nouvelle connexion entre deux quartiers

Le projet *Haute Techno-Ferme* consiste à relier le campus universitaire de Saint-Martin-d'Hères et le nouveau campus universitaire qui s'implantera au Polygone Scientifique d'ici 2015. Ces deux pôles universitaires sont situés de part et d'autre de la colline de la Bastille. Celle-ci est donc un obstacle entre les deux campus.



Connexion territoriale

Pour se rendre d'un lieu à un autre, les étudiants ou les travailleurs sont obligés de la contourner et mettent énormément de temps, surtout pendant les heures de pointe. Pour plus de précision et appuyer nos propos, nous avons déterminé les différents types de transport et calculé leur temps de parcours pour aller du quai de la Graille au quai Jongkind, deux quais situés de part et d'autre de la colline de la Bastille, en prenant en compte les correspondances et les temps d'attente. Les transports en commun, c'est-à-dire le bus et le tramway, mettent environ 25 minutes en passant par le centre-ville, voire plus aux heures de pointe, et il faut environ 17 minutes à vélo et 19 minutes en voiture, en longeant l'Isère. Les piétons empruntent le même parcours que les vélos et les voitures, ils mettent à peu près 40 minutes.



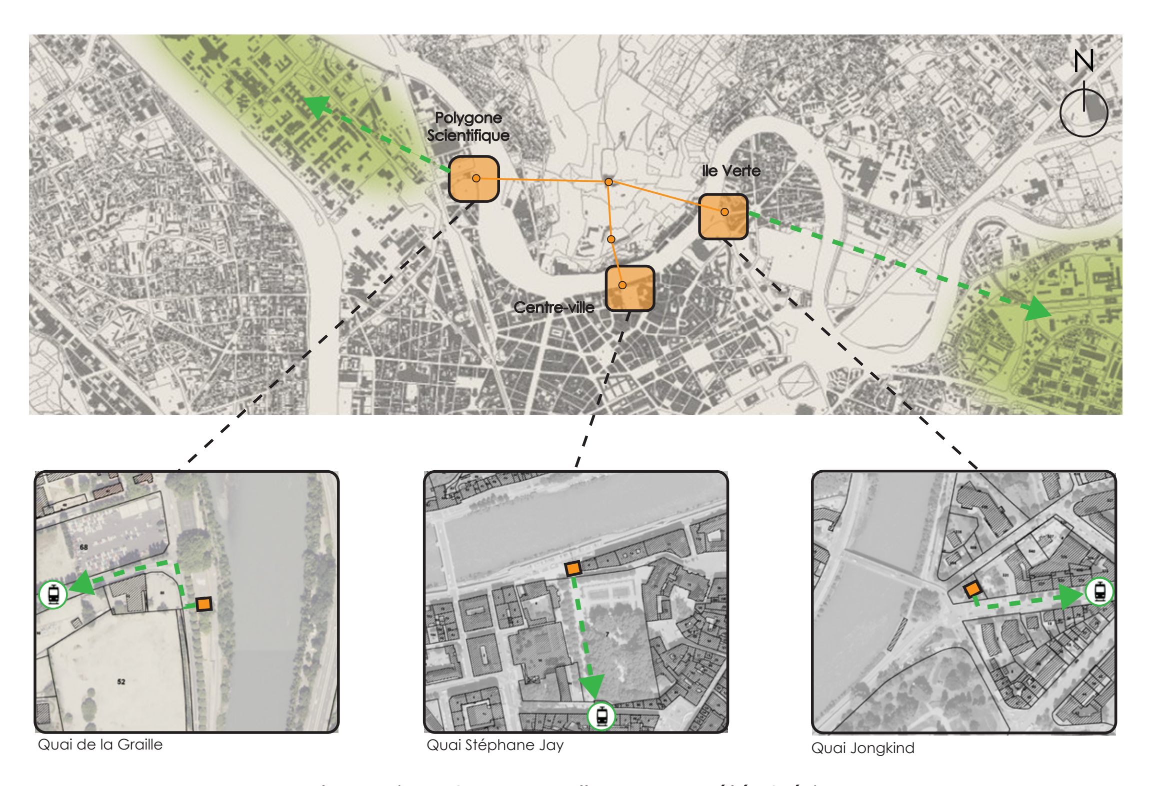
Temporalités de transport

Pour plus de rapidité et de facilité, nous mettons en place un nouveau réseau téléphérique qui passe par la Bastille. Bien qu'il existe déjà un téléphérique à Grenoble pour aller du centre-ville à la Bastille, celui-ci n'est pas utilisé quotidiennement mais plutôt pour le tourisme. Il existe dans plusieurs villes, comme Medellin en Colombie, New-York aux États-Unis ou encore Rio de Janeiro au Brésil, des téléphériques urbains utilisés quotidiennement comme transport en commun. Prenons l'exemple du téléphérique de Rio de Janeiro qui a été inauguré en 1912. Nommé « Pain de Sucre », ce métrocâble s'étend sur 3,4 km de long et permet aux 150 000 habitants des favelas de se rendre dans le centre de Rio en 15 minutes au lieu de 1 heure 30 minutes avec les autres transports. Six stations ont été édifiées sur les différentes collines pour désenclaver ces territoires à l'habitat totalement anarchique et aux ruelles labyrinthiques. En France, il n'y a pour l'instant aucun téléphérique urbain, les seuls téléphériques mis en place sont touristiques, comme celui de Grenoble. Pourtant, ce nouveau transport urbain a de nombreux avantages. La mise en place est moins coûteuse que pour les autres transports, le projet coute environ 7,5 millions d'euros pour 1 kilomètre (matériel complet) tandis qu'un kilomètre de tramway coute à peu près 30 millions d'euros et 10 millions pour un funiculaire. C'est aussi l'un des transports le plus sûr et le plus écologique. Son émission de gaz à effet de serre est de 10 grammes de CO2 par kilomètre par passager alors que l'émission de gaz pour le tramway est de 17 grammes et de 300 grammes pour la voiture. Par ailleurs son empreinte au sol est très faible puisque le téléphérique est soutenu par des pylônes, ce qui permet de laisser le site en l'état actuel sans faire de travaux importants et d'enlever les pylônes sans trop de conséquences, ce qui s'inscrit dans notre volonté de respecter au maximum le site. C'est également le moyen de transport le plus rapide puisqu'il peut atteindre une vitesse de 15km/h à 24km/h aux heures de pointes. De plus, il permet de ne pas être ralenti par les perturbations de circulation en ville aux heures de pointes.

Le transport par câble est donc le moyen le plus rapide pour aller du quai de la Graille au quai Jongkind puisqu'il met environ 7 minutes en prenant en compte les temps d'attente et les arrêts. Cela évite tout d'abord aux Grenoblois de passer par le centre-ville, d'offrir aux étudiants la possibilité de se déplacer plus facilement entre les deux campus universitaires, mais aussi de faire de leur trajet une promenade quotidienne au-dessus de la ville. C'est une manière plus agréable de se déplacer d'un quartier à un autre.

Afin de faciliter le trajet, deux nouvelles gares sont créées. La première s'implante au Polygone scientifique sur les quais de la Graille et la deuxième à l'Ile Verte sur les quais Jongkind, pour venir ceinturer la colline de la Bastille avec la gare existante située en plein centre-ville. L'emplacement de ces deux nouvelles gares est stratégique puisqu'elles se situent toutes les deux à proximité de la ligne de tramway B qui amène à l'ouest sur le campus de Saint-Martin-d'Hères et à l'est en plein cœur du quartier du Polygone scientifique. Un arrêt supplémentaire sera

aussi réalisé sur le réseau téléphérique existant au niveau de l'Institut Dolomieu afin de desservir plus facilement les endroits clés de la Bastille comme le Musée Dauphinois, le Rabot, l'Institut Dolomieu et l'IGA.



Implantation des nouvelles gares téléphériques

En créant ces nouveaux accès, la colline de la Bastille devient un arrêt intermédiaire entre les deux quartiers. Les habitants de Grenoble peuvent choisir d'emprunter ce nouveau réseau pour visiter la Bastille ou se rendre simplement au quartier opposé tout en profitant en même temps d'une promenade quotidienne avec une agréable vue panoramique sur la ville.

Nous proposons donc de réhabiliter l'Institut Dolomieu et l'IGA en y implantant un pôle agronomique d'études et de recherches sur la culture contrainte, ainsi que sur les technologies durables. Il permettra d'une part de répondre aux deux pôles universitaires existant au Polygone scientifique et à Saint-Martin-d'Hères, mais aussi d'offrir aux chercheurs et aux étudiants la possibilité de partager des idées innovantes et de renforcer la collaboration entre universitaires, scientifiques et industriels. Le choix de réhabiliter ces deux bâtiments est stratégique. Placer des pôles de recherches scientifiques au sein de constructions existantes permet de n'avoir aucun impact sur la végétation et de laisser le site

intact, ce qui s'inscrit dans notre volonté de respecter la colline de la Bastille et de ne pas l'altérer. De plus ce sont deux bâtiments ayant un passé pédagogique puisqu'ils abritaient l'Institut de Géographie Alpine et l'Institut de Géologie. Leur emplacement est aussi un argument fort pour justifier cette réhabilitation. Se trouvant sur la troisième ceinture qui offre de nombreux espaces ouverts comme la prairie à l'est, cette localisation permet la possibilité d'aménager des espaces propices en lien avec les recherches effectuées au sein des deux pôles. Ils se trouvent à proximité du Rabot, une cité de logements universitaires, ce qui permet de loger des étudiants venant d'autres régions ou de l'étranger, mais aussi du Musée Dauphinois qui est un lieu d'investigation de toutes les périodes de l'histoire alpine et qui explore tour à tour les champs du patrimoine régional, rural ou industriel. L'Institut Dolomieu et l'IGA sont déjà desservis par un accès routier, cela nous évite donc de créer de nouveaux accès. La situation géographique des deux bâtiments leur permet aussi d'être la vitrine de la science et de la technologie.



Plan de situation

L'Institut Dolomieu et l'IGA sont visibles depuis la ville, ce qui permet de tenir informés les habitants sur les recherches effectuées au sein des deux pôles en temps réel et donc de créer un lien entre la ville, la science et la nature.

La requalification de l'Institut Dolomieu et de l'IGA apporte au site de la Bastille une activité quotidienne autre que touristique. Des espaces supplémentaires sont aménagés au niveau de la prairie à l'est de la

colline pour tester les innovations des chercheurs, et en contrebas des édifices pour permettre aux animaux tel que les bovins, les ovins et les caprins de sortir en période estivale dans un espace végétalisé et naturel. Cela permet d'amener des animations ponctuelles dans le paysage. Les promeneurs peuvent s'informer sur les nouvelles technologies et être au contact des animaux sans forcément rentrer dans les bâtiments. Aux abords des deux édifices est notamment prévu des emplacements de parking pour garer les véhicules des chercheurs et des employés ainsi que les cars des groupes scolaires venant faire une sortie pédagogique au sein des deux pôles de recherche.

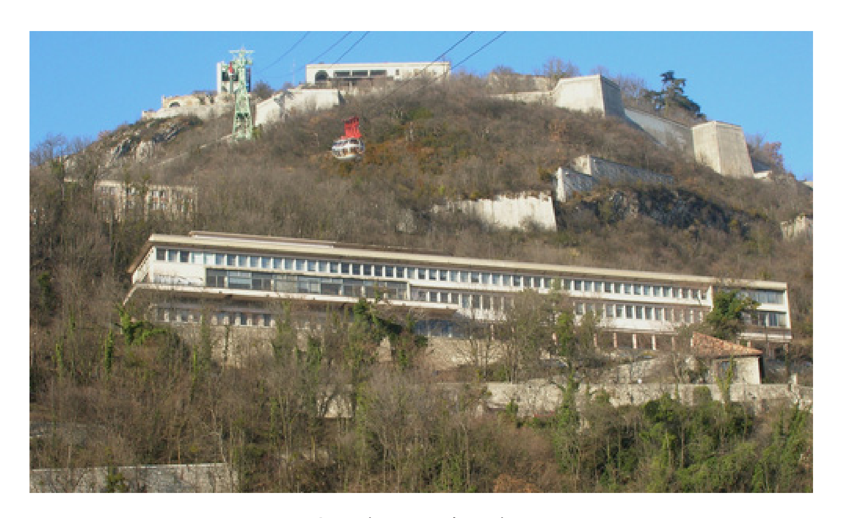


Plan masse

L'enjeu de réhabilitation des deux instituts est de les rendre de nouveau habitables et adaptés à un programme de recherche scientifique. Pour ce faire, nous avons analysé les différents acteurs de ce projet, puis nous avons identifié leurs besoins vitaux. De ces analyses territoriales et vitales est né le projet *Haute Techno-Ferme*, nouveau point innervant de la science à Grenoble.

2- Harmonie des contraires

Au début des années 1950, l'accroissement du nombre d'étudiants conduit les responsables universitaires à bâtir de nouveaux locaux plus spacieux. Ainsi, l'Institut de Géologie, construit sur la colline de la Bastille, ouvre ses portes en 1961 et se nomme Institut Dolomieu en l'honneur du géologue français Déodat Gratet de Dolomieu. Avec ses nouveaux locaux, conçus par l'architecte Jean Benoit en 1955, l'Institut de Géologie dispose d'un bâtiment d'une superficie totale de 4721 m² plus adapté au développement scientifique. Sa structure poteau-poutre permet de libérer des surfaces vastes et spacieuses sur trois plateaux de 1800m² chacun et peut supporter des charges jusqu'à une tonne par mètre carré. C'est alors le laboratoire de géologie le plus moderne d'Europe et qui bénéficie du panorama le plus exceptionnel des Alpes. En février 1967, il s'associe avec le CNRS et devient le Laboratoire de Géologie Alpine (LGA). C'est en 1985 qu'il prendra le nom de Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines (LGCA).



L'Institut Dolomieu

L'Institut de Géographie Alpine (IGA) a été fondé en 1907 par le géographe français Raoul Blanchard pour étudier la géographie des montagnes et celle des Alpes françaises en particulier. Construit en 1955 par l'architecte Georges Paul, le bâtiment qui abrite l'IGA s'implante à proximité de l'Institut de Géologie. Il présente une structure poteau-poutre identique à celle de son voisin et une superficie moyenne de 3600m², soit environ 1200m² par plateau. En 2001, devenant trop vétuste et en vue d'un rapprochement entre les domaines étudiants, la géographie, l'aménagement et l'urbanisme, l'IGA déménage dans ses nouveaux locaux à la Cité des territoires, secteur nouvellement construit de la ZAC de Vigny-Musset au sud de l'agglomération grenobloise. L'édifice est acheté aux enchères par un promoteur privé pour la somme de 1.13 million d'euros suite à un appel d'offre de l'Etat en 2011, mais aucun ne sait encore ce qu'il adviendra de cet édifice implanté en plein cœur du site historique de la ville. La Ville de Grenoble a ainsi engagé une procédure d'abandon qui pourra conduire le conseil municipal à poursuivre une éventuelle expropriation.



L'Institut de Géographie Alpine

L'Institut de Géographie Alpine et l'Institut Dolomieu se retrouvent définitivement à l'abandon en 2007. L'accès à l'Institut Dolomieu est dorénavant interdit, tandis que l'IGA devient un lieu propice au squat. Les vitres cassées, les nombreux graffitis et débris qui jonchent le sol témoignent de leur délabrement. Ce sentiment d'insécurité n'invite pas le public à les découvrir, et nuit à l'image que souhaite refléter le fort de la Bastille en tant que site culturel et historique. Leur emplacement au

cœur d'un site sensible appartenant au patrimoine grenoblois amène à reconsidérer leurs nouvelles fonctions possibles.



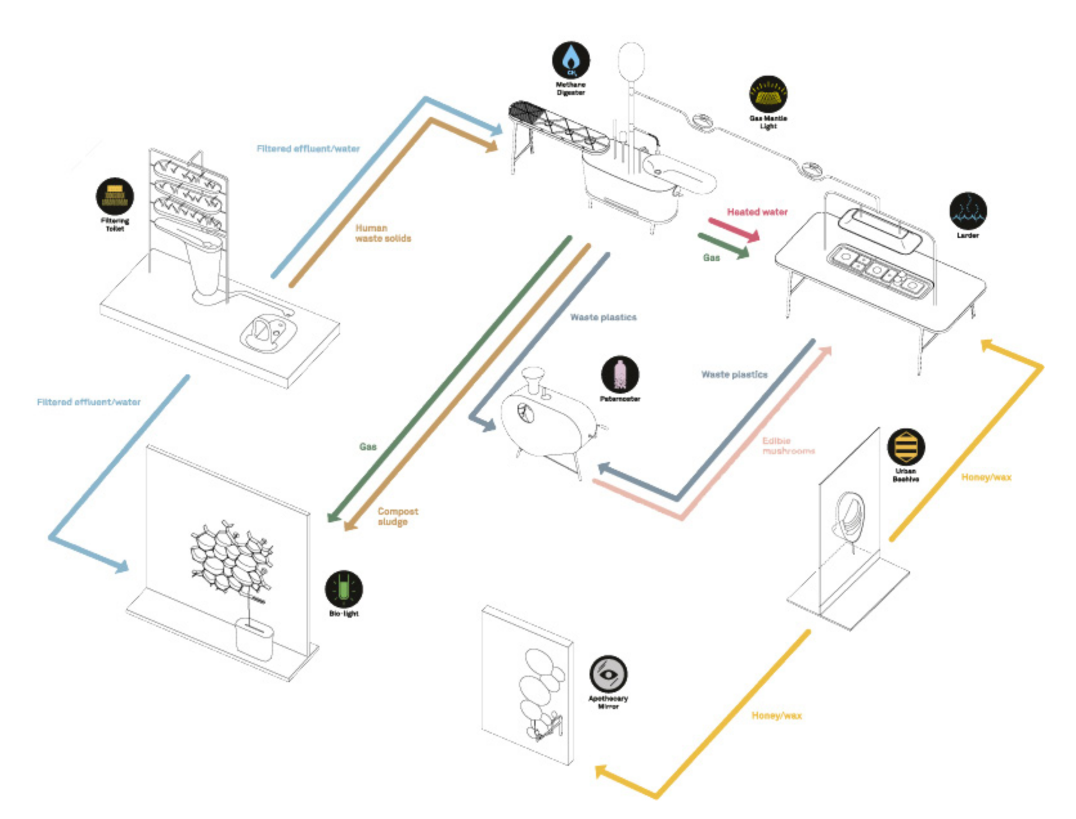
Vue des deux instituts depuis la passerelle Saint-Laurent

Implanter un pôle recherche au sein de l'Institut de Géographie Alpine et l'Institut Dolomieu est un choix stratégique. Tout d'abord, la prise en hauteur par rapport à la ville accentue leur singularité et leur imposante horizontalité contraste avec le terrain en pente dans lequel ils s'implantent. Ils sont un point repère depuis la ville.
Ensuite, installer un pôle recherche dans ces édifices s'inscrit dans la continuité de diffuser et de sensibiliser le public à l'environnement. Pour cela, une nouvelle gare téléphérique implantée à l'ouest de l'Institut Dolomieu viendra faciliter leur accès depuis le centre-ville.
En changeant l'usage de ces deux édifices, nous choisissons de renommer les deux instituts. L'Institut Dolomieu prendra le nom d'Institut d'Agronomie (IA), tandis que l'Institut de Géographie Alpine s'appellera Institut des Technologies Durables (ITD).

Avec le projet *Haute Techno-Ferme*, les futures recherches agronomiques menées sur la culture contrainte s'inscrivent dans une volonté de réunir plusieurs disciplines de recherche telles que la santé des animaux agricoles et des plantes, la chimie verte (bio-carburant) et la génétique. Dans cette optique, nous choisissons d'installer au cœur de l'Institut d'Agronomie des espaces dédiés principalement à l'étude des plantes et des animaux agricoles tels que les bovins, les porcins ou les ovins, tandis que l'Institut des Technologies Durables accueillera de

nouveaux locaux de recherche sur les énergies renouvelables. Les chercheurs effectueront leurs études dans des laboratoires et bureaux spécifiques à leur domaine. Ils pourront par exemple améliorer le bien-être des animaux agricoles élevés dans un climat montagnard, étudier de nouvelles variétés de plantes résistantes au climat et au terrain ou encore tester le comportement des animaux et des plantes suivant la lumière et la température.
Les chercheurs s'interrogeront notamment sur plusieurs enjeux du développement durable comme la question de l'adaptabilité des nouvelles technologies à l'échelle de l'habitat et du bâtiment public. Ils pourront par exemple concevoir des matériaux innovants récupérateurs de déchets organiques pour les valoriser ou inventer des mobiliers audacieux qui minimisent le gaspillage.

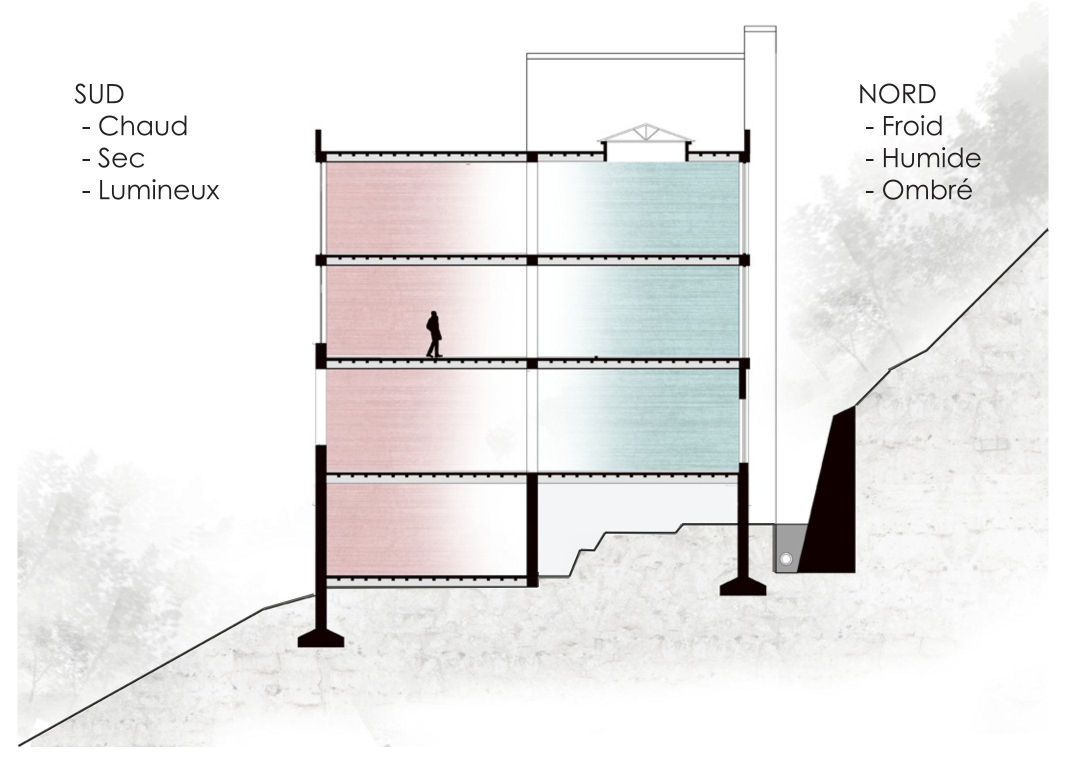
Microbial Home est un concept réalisé par la marque *Philips* et qui illustre une recherche possible en matière de gaspillage. Il s'agit de concevoir à l'échelle de l'habitat un système cyclique de mobilier capable de récupérer chaque déchet organique produit par l'Homme pour le transformer en une nouvelle ressource consommable.



Projet *Microbial Home* développé par *Phillips*

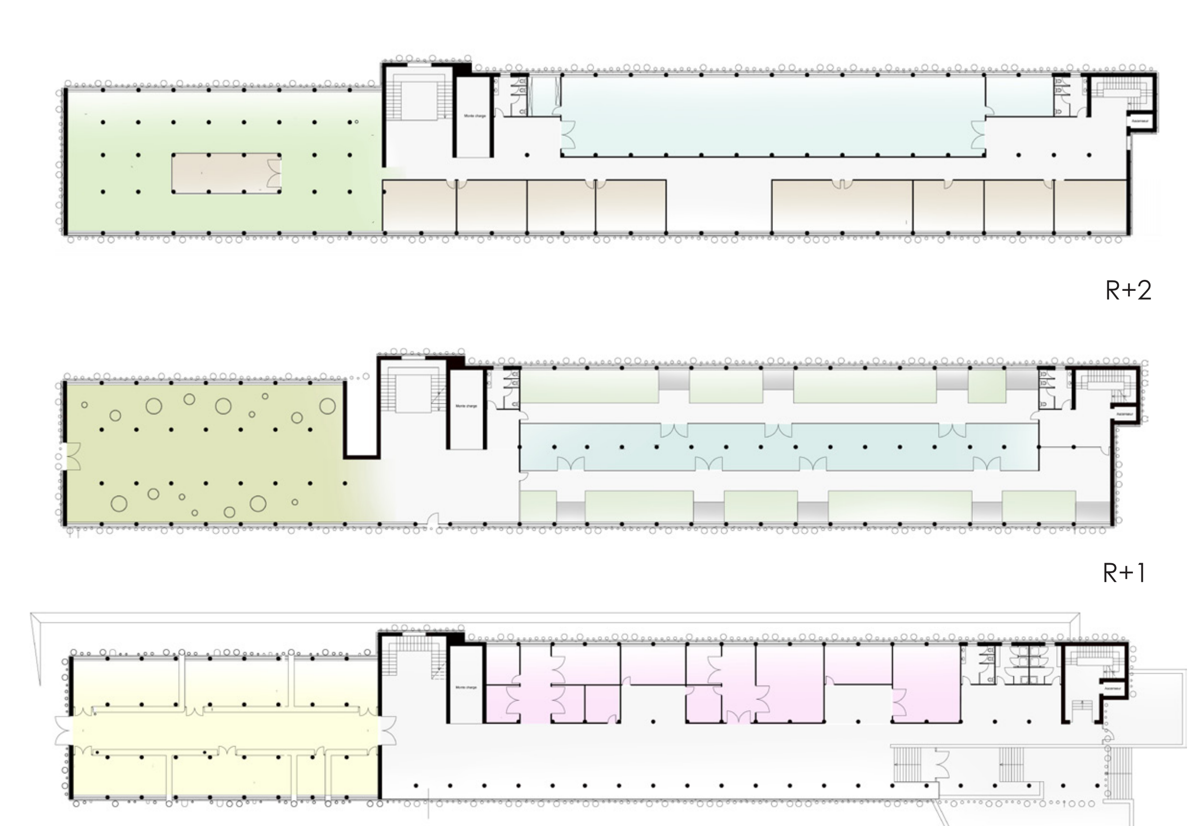
Reproduire des conditions artificielles tout en redonnant une expérience plaisante du sensible en déambulant dans les bâtiments impliquent une organisation judicieuse des espaces. En explorant sur place l'Institut Dolomieu et l'IGA, nous avons remarqué plusieurs qualités spatiales communes à ces deux édifices. Tout d'abord, la structure poteau-poutre que nous préservons nous permet d'installer des locaux spacieux, de libérer les façades pour ouvrir le regard et permettre à la lumière naturelle de pénétrer un maximum dans les locaux. Ensuite, la dualité des façades nord et sud nous permet de dégager plusieurs éléments importants qui organiseront notre projet : la façade nord s'oriente vers un terrain pentu qui obstrue la vue et la lumière, alors que la façade Sud offre une incroyable luminosité et une vue dégagée sur Grenoble.

Cette dualité est idéale pour reproduire des conditions de vie différentes. Elle devient notre point de départ pour organiser les espaces de vie et de recherche dans les deux instituts. De cette façon, nous avons défini plusieurs couples d'opposés qui participent à l'organisation générale du programme : le chaud et le froid, l'ombré et le lumineux, le sec et l'humide, le minéral et l'organique, le sol et le hors-sol.

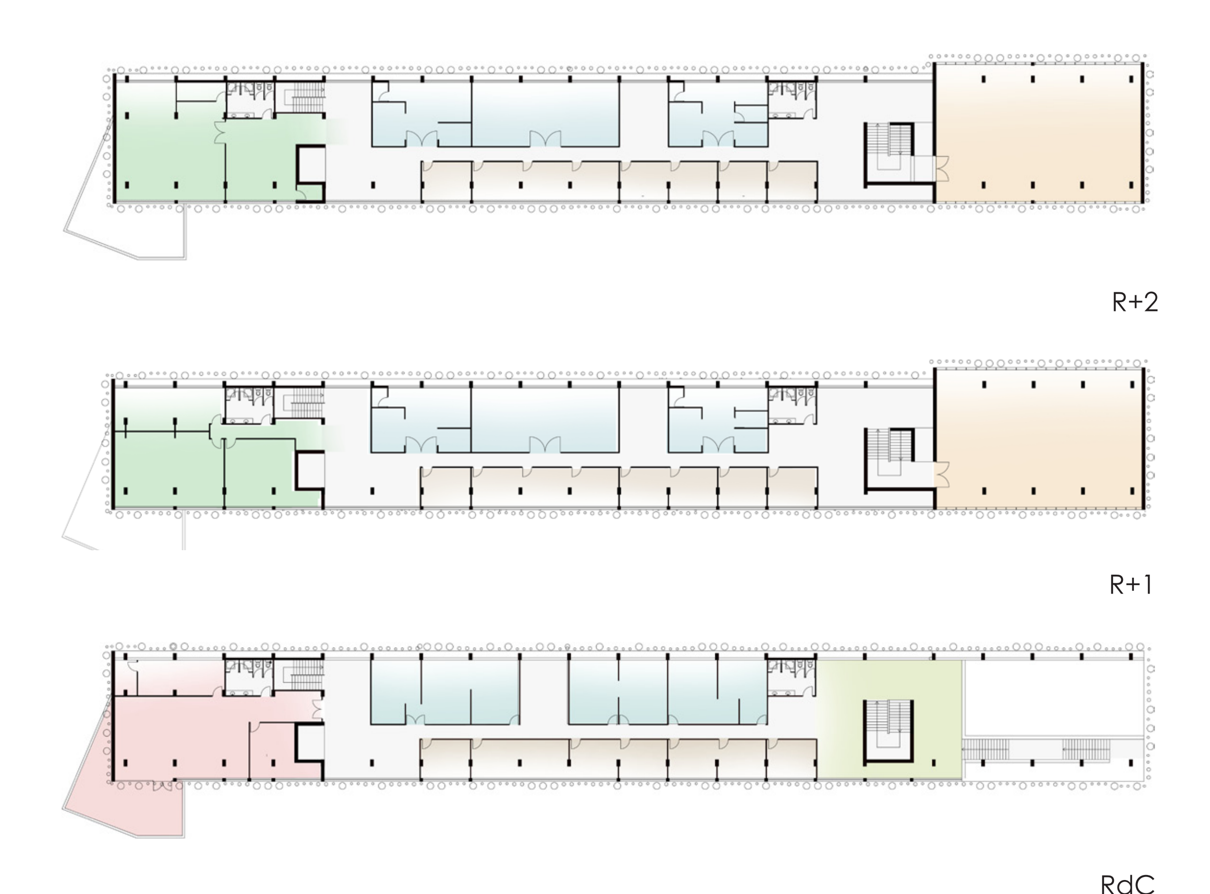


Dualités vues en coupe

Suivant la dualité nord et sud, nous opposons les laboratoires et les bureaux. Pour un environnement confortable et ensoleillé, les zones de bureaux s'accolent contre la façade sud pour bénéficier d'un éclairage naturel et d'une vue panoramique sur Grenoble et les chaines montagneuses. La production importante de chaleur par les machines de recherche conduit à placer les laboratoires au nord et faciliter ainsi les conditions dans lesquelles les chercheurs mèneront leurs futures expériences.
Ensuite, nous plaçons dans l'Institut d'Agronomie à l'extrémité ouest les espaces pour les animaux et les plantes, et les espaces de recherches à l'est. Dans l'Institut des Technologies Durables, les espaces pédagogiques se distinguent à l'ouest des bureaux et laboratoires situés eux aussi suivant l'orientation est.



Plans schématiques de l'Institut d'Agronomie



Plans schématiques de l'Institut des Technologies Durables

L'Institut d'Agronomie

Les nouveaux locaux de l'Institut d'Agronomie sont destinés aux recherches agronomiques et horticoles en culture contrainte. Pour sensibiliser le public et diffuser les recherches, nous prévoyons un parcours pédagogique ouvert à tous. Ce parcours doit à la fois permettre au public d'apprendre et d'éprouver une expérience sensible et ludique de leur promenade. Pour cela, un accueil situé à proximité des escaliers existants de l'institut permettra aux visiteurs de les orienter sur leur parcours. Le rez-de-chaussée est principalement dédié aux animaux agricoles. Un espace de 430m² situé à l'extrémité du bâtiment permet de les abriter. Par précaution, un animal malade peut être facilement conduit au centre de soins situé à proximité de l'espace pour animaux afin d'être examiné, opéré ou soigné. Pour son bien-être, le centre s'adosse contre la façade nord pour maintenir une lumière et une température faibles. Enfin, une entrée réservée aux livraisons de marchandises permet de livrer et stocker la nourriture en soubassement dans un

espace de 100m². Un monte-charge accolé à l'escalier existant distribuera les marchandises à tous les étages.
Les visiteurs peuvent accéder au premier étage grâce à l'escalier existant qui se situe entre l'espace animaux et le centre de soins. A l'extrémité ouest de l'institut, une salle d'exposition d'une surface de 430m² invite les visiteurs à en apprendre davantage sur la faune et la flore de la région. Le public a ainsi la possibilité d'observer les animaux au premier étage depuis des hublots vitrés disposés de façon aléatoire, tout en s'instruisant grâce à des panneaux pédagogiques et des aires ludiques.
Le visiteur peut ensuite rejoindre le chemin existant qui se situe à l'arrière de l'édifice grâce au balcon existant qui raccorde la gare intermédiaire, le chemin et l'institut. Il peut continuer sa visite vers l'Institut de Technologies Durables, ou alors continuer sa promenade dans la colline de la Bastille. Au niveau suivant, un espace consacré à la plantation se situe au-dessus de l'espace d'exposition. Une salle de réunion installée au cœur des plantes offre au personnel la sensation de travailler au milieu de la nature. Il en est de même pour les laboratoires et les bureaux situés vers l'est de l'institut. Installés entre deux cultures, les espaces de recherche jonglent entre des environnements différents et opposés. Une culture pourra par exemple être étudiée dans un climat sec et lumineux, tandis qu'une autre culture pourra être étudiée selon un climat humide et sombre sur un sol différent.



Coupe perspective de l'Institut d'Agronomie

L'Institut des Technologies Durables

L'institut des Technologies Durables se consacre à l'étude des énergies renouvelables ainsi qu'à la mise en pratique des étudiants venant des campus universitaires ou des lycées avoisinants.
Une cafétéria au rez-de-chaussée est mise à la disposition du public et du personnel. Outre le fait d'être un lieu de détente et de consommation, sa proximité avec l'Institut d'Agronomie et le chemin existant favorise les rencontres et les échanges entre les chercheurs et le grand public (voir coupe perspective ci-dessous). En parallèle, les étudiants auront la possibilité de venir mettre en pratique leur enseignement et de collaborer directement avec les chercheurs grâce à des salles de cours et de travaux pratiques au premier étage. Au dernier niveau, un atelier et un espace bricolage à l'ouest de l'institut permettront aux étudiants de concevoir des technologies aux matériaux innovants. Enfin, une salle de conférence à l'extrémité est offrira la possibilité aux chercheurs venant du monde entier de donner des conférences au public et aux chercheurs grenoblois, et contribuer ainsi aux recherches scientifiques de la Ville de Grenoble.



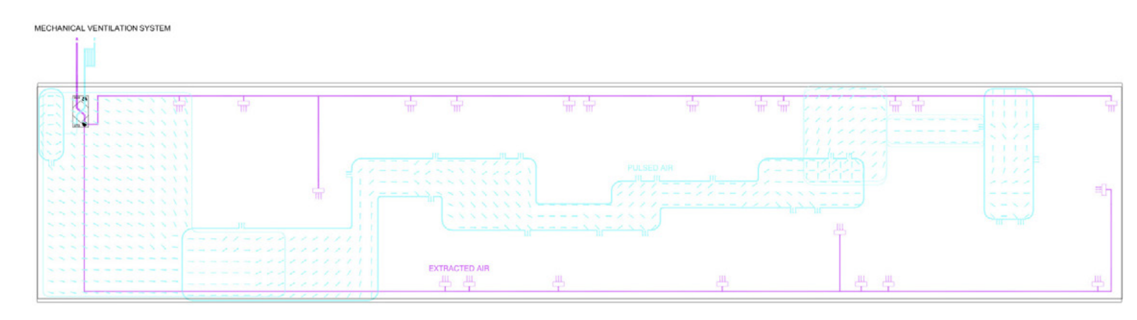
Coupe perspective de l'Institut des Technologies Durables

Pour reproduire des conditions climatiques artificielles ou expérimenter des outils énergétiques novateurs comme des films photovoltaïques, il est nécessaire que les espaces bénéficient d'un apport complémentaire en eau, électricité ou ventilation pour optimiser les conditions (apport en eau, taux d'humidité, éclairage etc.). Cet apport se fait principalement grâce à la mise en place d'un réseau de conduits extérieurs et intérieurs. Par conséquent, nous choisissons de travailler sur une architecture tubulaire à la fois fonctionnelle et sensible qui alimentera une partie du bâtiment tout en offrant une atmosphère différente selon les espaces.
Les conduits extérieurs, qui conduisent l'eau de pluie, l'énergie solaire et l'énergie éolienne, sont apparents et s'apposent verticalement contre les façades existantes. Certains pénètrent dans le bâtiment et se prolongent au plafond pour ventiler, éclairer ou arroser suivant la fonction de l'espace. Un réseau de flux extérieur et intérieur reproduit des espaces secs, tempérés, sombres ou lumineux et dessine alors une architecture qui ne se résume plus uniquement en termes de surfaces et de volumes. Elle devient aussi climatique.

Dans son livre *Architecture météorologique* paru en 2009, l'architecte suisse Philippe Rahm s'intéresse à l'influence des phénomènes météorologiques comme mode de composition d'un projet. Selon lui, la notion de climat est un thème architectural majeur face aux enjeux du développement durable et du réchauffement climatique. Le climat peut se définir comme la gestion de la chaleur et du rafraichissement à l'intérieur du bâtiment pour atteindre une moyenne tempérée de confort. Il ne s'agit plus de considérer les éléments physiques du climat comme une contrainte supplémentaire, mais comme un nouvel outil capable d'aider le corps à habiter l'espace intérieur comme une atmosphère, avec ses diversités de climat et ses variations météorologiques. Cette nouvelle architecture s'ouvre vers des dimensions sensibles, thermiques et plastiques qui élargissent l'expérience sensible du corps dans son environnement. Il s'agit de travailler sur le vide, sur des phénomènes météorologiques indécelables par le corps. L'ambiance d'un espace se façonne par le taux d'humidité, l'ensoleillement ou l'éclairage, les variations de température. Nous sommes immergés dans une atmosphère dont les éléments naturels (l'eau et l'air) circulent comme un fluide organique. En retour, nous composons nous-même un flux qui se crée selon nos déplacements et nos activités physiques dans l'espace.

Le projet *Vega 3*, réalisé par Philippe Rahm, est un aménagement urbain dans un quartier de Venise en Italie. Le projet s'articule autour de

deux gaines de ventilation dont les dimensions sont ajustées jusqu'à devenir un paysage climatique : les deux gaines sont en fait deux saisons habitables synchronisées qui sillonnent tout le bâtiment. La première gaine, orientée au nord, accentue physiquement la fraicheur de l'espace intérieur par l'emploi d'un matériau minéral de forte inertie et d'une grande blancheur pour refléter la lumière incidente. La seconde gaine a des qualités physiques opposées à la première. Orientée au sud, et d'une noirceur qui intensifie la chaleur du climat intérieur, elle est thermiquement conductrice. Ces deux climats s'immiscent à l'intérieur du bâtiment, se gonflent et se dégonflent en le parcourant, se tordent et se dilatent dans l'ensemble du volume pour y distribuer l'air à tous les étages le long du bâtiment. Selon Rahm, il y a alors une «polarisation thermodynamique entre un hiver de synthèse continuel et un été perpétuel.»



Le projet *Vega 3* de Philippe Rahm

Ainsi, dans notre projet, chaque conduit se prolonge pour alimenter les espaces et participe à l'expérience sensorielle du visiteur. Le réseau de conduits devient un instrument de musique à la fois fonctionnel et sensoriel. Le visiteur peut écouter le ruissellement de l'eau qui circule en façade ou entendre l'air qui siffle à travers les tubes, et ressentir physiquement un changement de température grâce aux conduits de ventilation qui viennent distribuer l'air. Tout au long de sa promenade, il ouvre son regard, tend son oreille sur les bruits des animaux, le bruissement des plantes qui s'animent suivant le mouvement de l'air, et peut sentir de légères odeurs animales ou végétales, agréables ou désagréables suivant l'espace dans lequel il se situe.
La salle d'exposition, par exemple, est un lieu à la fois ludique et sensoriel. Elle offre la possibilité au public d'apprendre tout en expérimentant une dimension sensible de l'espace. Les conduits extérieurs de ventilation et d'électricité pénètrent au plafond et serpentent dans l'espace intérieur pour distinguer plusieurs sous-espaces ludiques et pédagogiques comme des aires de lecture, de jeux ou d'observation. L'idée s'inspire du projet *Eifini* conçu par l'agence SAKO Architects en 2008.

Un tube tentaculaire de 250 mètres de long serpente librement dans une boutique de mode. Il joue le rôle de portant pour les vêtements et de séparateur visuel entre les espaces. L'entrée de la boutique est marquée par ce tube qui dessine la forme de la porte et des rideaux accrochés au tube dessinent les vestiaires.



Projet *Eifini* conçu par l'agence SAKO Architects en 2008

Ainsi, les conduits d'électricité descendent verticalement dans la salle d'exposition pour se transformer en tube de néon et provoquer une luminosité particulière, ou dessiner la forme d'un garde-corps avant de se terminer en prise électrique pour brancher des appareils. Les conduits de ventilation peuvent également se transformer en mobilier comme un banc par exemple et venir souffler une brise agréable qui rafraichit pendant l'été.

A travers ces expériences scientifiques, le projet *Haute Techno-Ferme* souhaite partager ses innovations en favorisant une collaboration étroite entre les chercheurs, les étudiants et le public. Il s'agit de sensibiliser le public à travers une expérience sensible qui ne se matérialise plus seulement à travers une architecture physique, mais à travers une atmosphère reproduite artificiellement grâce à la mise en place d'un réseau de conduits capteur et conducteur d'énergie. Le but de ces futures recherches est donc aussi de se questionner sur l'adaptabilité de ce réseau à l'échelle de l'habitat ou du bâtiment public. Elle permettrait ainsi de requalifier d'autres édifices à l'abandon.

3- Réseau nourricier

Dans cette troisième et dernière partie, nous allons nous attacher à présenter une solution possible de réhabilitation de l'Institut Dolomieu et de l'Institut de Géographie Alpine. Fortes des analyses précédemment expliquées à propos des enjeux historiques de ces deux édifices et de leur état actuel de dégradation, nous nous sommes interrogées sur la façon la plus simple de les rendre habitables. Nous avons attaché de l'importance au site, à l'écologie, aux ambiances et au confort.

Dans son livre *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, édité pour la première fois en 1984, Reyner Banham étudie plusieurs phénomènes physiques définissant le rapport entre architecture et environnement. Ainsi entrent en compte les flux, la lumière, la thermique et l'acoustique. Il analyse la prise en compte de ces facteurs dans la conception architecturale, leur impact sur le bien-être, le confort et sur l'environnement en terme de dépense énergétique.

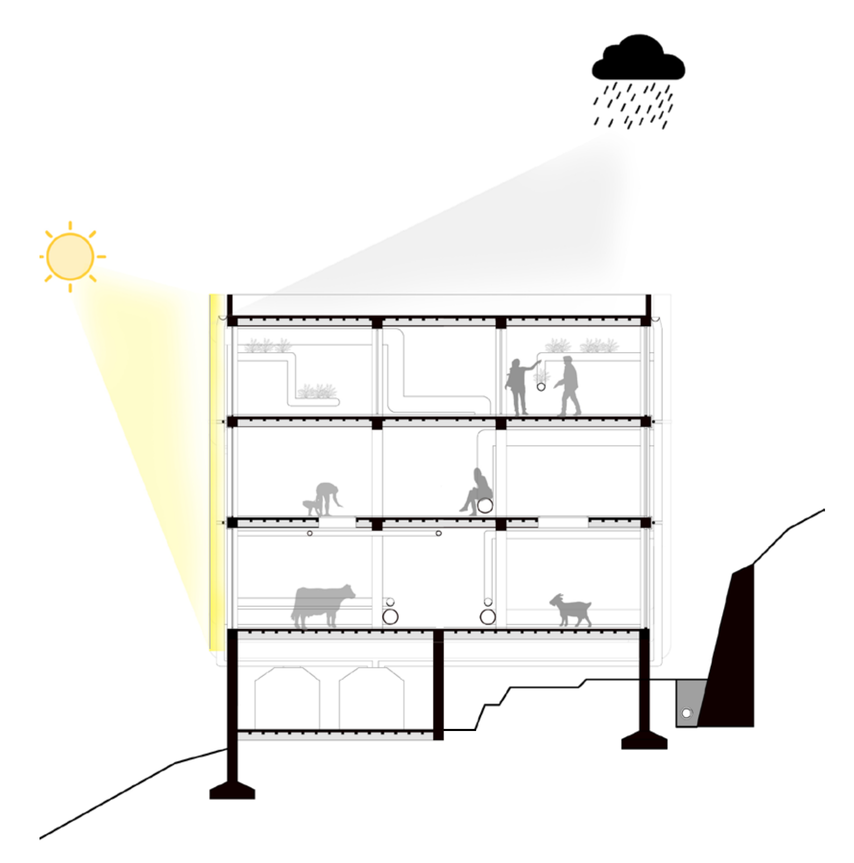
> Une structure appropriée peut procurer de la fraicheur à l'homme en été, mais aucune ne le réchauffera si la température descend en-dessous de zéro. Une structure appropriée peut le défendre contre la lumière impitoyable du soleil, mais il n'en existe aucune qui lui permette de voir dans le noir. Alors même que la théorie, l'histoire et l'enseignement de l'architecture ont fait comme si la structure suffisait à la nécessaire gestion de l'environnement, la race humaine a toujours su par expérience qu'à elle seule la structure est inadéquate. De tout temps il a fallu consommer de l'énergie pendant une partie de l'année, ou une partie de la journée. De tout temps il a fallu faire du feu en hiver, allumer des lampes le soir, utiliser de l'huile de coude pour la ventilation, de l'énergie hydraulique pour les fontaines en pleine chaleur.
>
> Reyner Banham, L'architecture de l'environnement bien tempéré, Orléans, HYX, 2011, p46.

Cette constatation de Reyner Banham nous a fait réfléchir à la façon la plus juste de rendre de nouveau habitables l'Institut Dolomieu et l'Institut de Géographie Alpine en créant un nouvel environnement, propice au développement de la vie et en relation avec le milieu naturel très présent sur le site.

Avec le projet *Haute Techno-Ferme*, nous souhaitons mettre en place à la Bastille un nouvel écosystème. Un écosystème est formé par l'association d'une communauté d'espèces vivantes et d'un environnement physique. Dans ce projet, la communauté d'espèces vivantes est constituée par les chercheurs, les étudiants, les visiteurs, les animaux et les plantes. L'environnement physique quant à lui est représenté par l'Institut d'Agronomie et l'Institut des Technologies Durables.

Les éléments constituant un écosystème s'organisent autour d'un réseau d'échanges d'énergies et de matières permettant le maintien et le développement de la vie. Nous proposons donc de mettre en place un réseau permettant ces échanges de flux. Ce réseau est divisé en deux sous-réseaux distincts : un placé à l'extérieur des édifices et un second à l'intérieur. Ces deux réseaux n'ont pas les mêmes fonctionnalités. Le réseau extérieur présente trois caractéristiques principales. Tout d'abord, il permet de capter les énergies naturelles telles que le soleil, le vent et l'eau de pluie pour alimenter les édifices en énergie. De plus, il permet de transporter les déchets produits dans les édifices vers des cuves placées en soubassement afin de les valoriser pour les transformer en énergie. Cette démarche, s'appuyant sur des principes expérimentaux et durables, permet d'utiliser au maximum les énergies renouvelables afin d'affranchir les édifices de leur dépendance actuelle aux énergies fossiles. Enfin il crée différents jeux d'ombres et de lumière à l'intérieur. Cette façade en réseau a également une fonction de recherche expérimentale destinée aux chercheurs. En effet, certaines zones seront réservées aux scientifiques afin qu'ils puissent tester et mettre au point de nouvelles technologies en relation avec les ressources naturelles et l'agriculture contrainte. Le réseau intérieur

quant à lui permet de distribuer dans les édifices les énergies captées à l'extérieur en apportant à chaque acteur les éléments dont il a besoin pour vivre ainsi qu'à aménager les espaces en créant par exemple du mobilier.



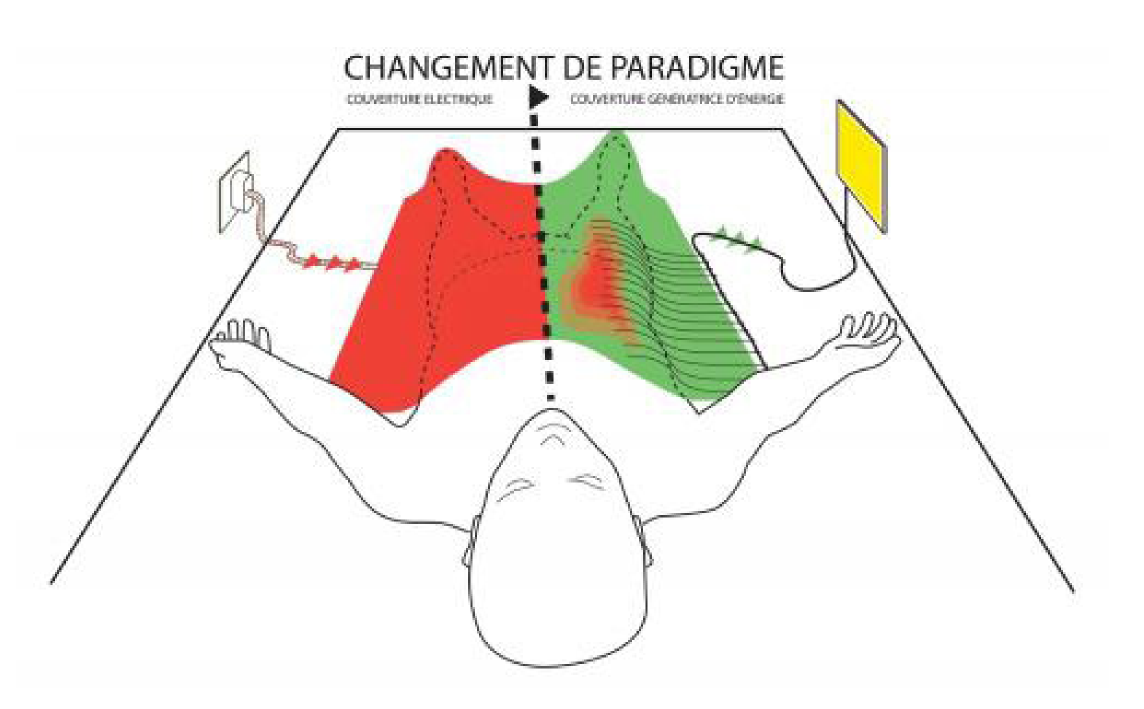
Système de récupération des énergies

Nanosystèmes

Après avoir réfléchi à ce premier écosystème à l'échelle des édifices et du réseau, nous l'avons sous-divisé en plus petits écosystèmes, défini par les fonctionnalités de chaque conduit. Nous en avons caractérisé trois pour les énergies captées qui sont l'eau, le soleil et le vent redistribués ensuite à l'intérieur des édifices et un pour les déchets. Ces petits écosystèmes, que nous appellerons nanosystèmes, ont été conçus pour fonctionner à petite échelle. En effet, au lieu de centraliser les énergies pour les stocker en un seul endroit avant de les redistribuer, nous préférons mettre en place de petits réservoirs et points de branchement, placés en fonction des besoins liés au programme des espaces dans le bâtiment. Nous avons pris comme référence le travail de Matali Crasset

notamment sa réflexion sur le nano-ordinaire qui transforme le consommateur en producteur d'énergie en récupérant et en valorisant tout ce qu'il produit au quotidien pour l'utiliser.

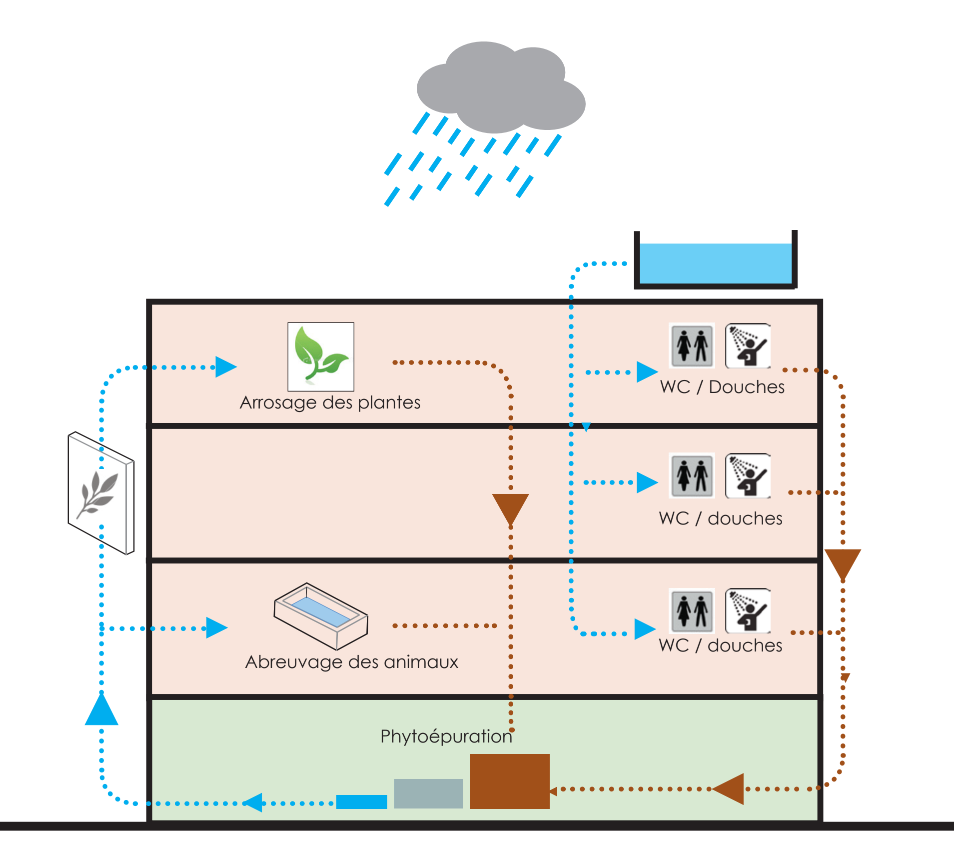
> Tout au long de la journée, nos actions peuvent générer de l'énergie grâce à des matériaux intelligents mini-producteurs d'énergie pour permettre une consommation immédiate, locale par des équipements très peu énergivores telle que cette couverture chauffante par exemple. Avant, cette couverture chauffante nous apportait du confort en consommant de l'énergie or demain elle pourra récupérer notre énergie corporelle pendant la nuit pour que l'on puisse l'utiliser le lendemain .
>
> Extrait de l'entrevue de Matali Crasset avec Jérôme Sagnard, journaliste pour Le-Grisou.fr, 14 mars 2013.



Couverture pyroélectrique et boîte à sommeil – Matali Crasset - 2012

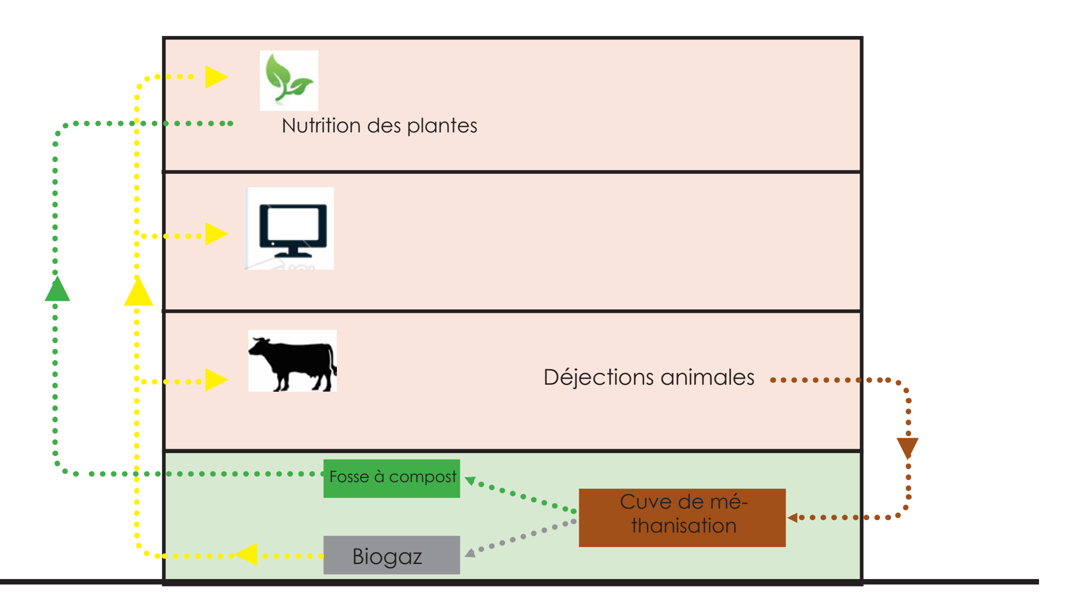
Notre démarche s'inscrit ainsi dans cette logique de vie où rien n'est perdu. Chaque besoin en énergie est identifié et donne lieu à la mise en place d'un nanosystème permettant de l'alimenter. Par exemple, pour faire fonctionner un ordinateur dans un bureau, nous le relions au

réseau en façade directement alimenté par un conduit recouvert d'un film photovoltaïque. De même, la chaleur générée par les ordinateurs et les machines côté nord est récupérée puis redistribuer dans les édifices, *via* le réseau intérieur, aux espaces ayant besoin d'un apport thermique. La logique est la même concernant la consommation d'eau : elle est économisée au maximum. Par exemple, les réservoirs des chasses d'eau sont remplis avec de l'eau ayant servi à se laver les mains. Puis cette eau est dirigée en soubassement vers le système de phytoépuration pour ensuite être réutilisée pour l'abreuvage des animaux ou l'arrosage des plantes.



Système du parcours de l'eau

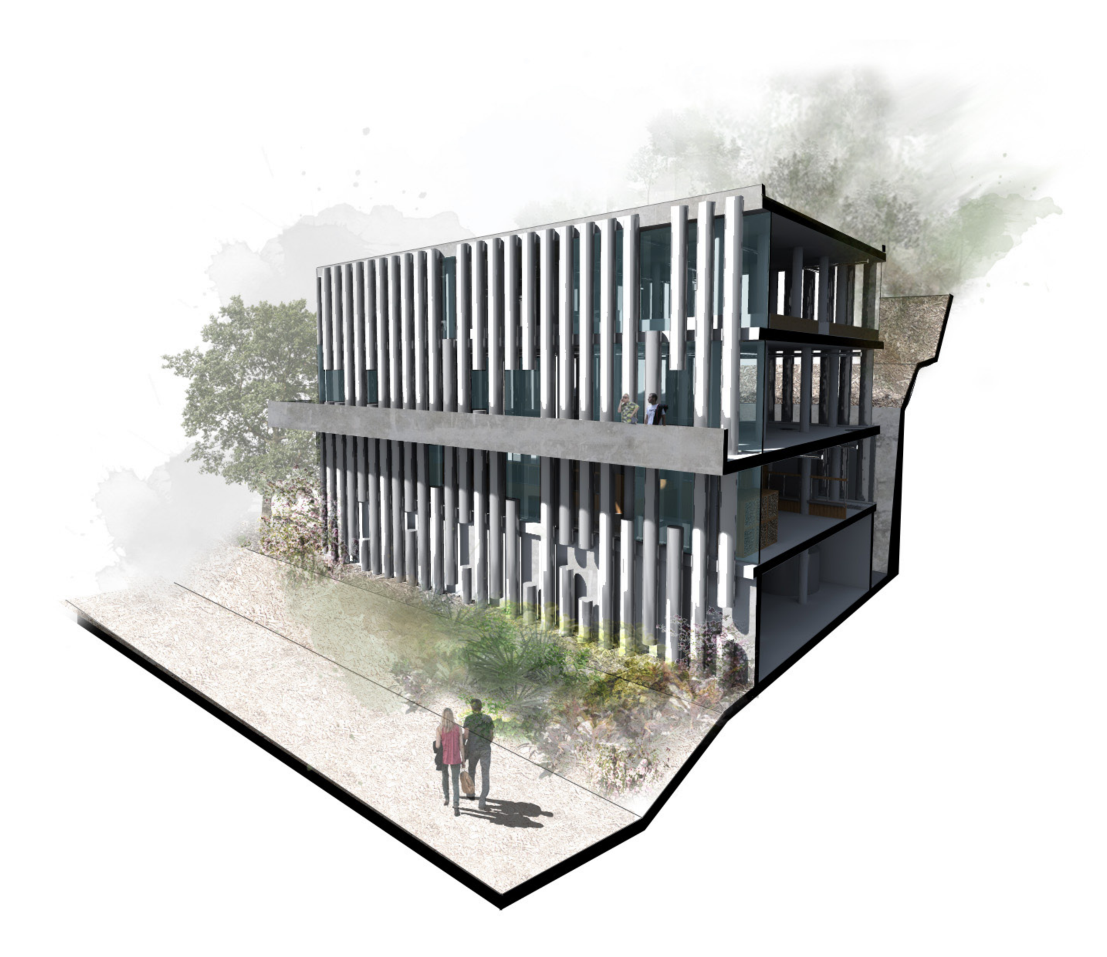
Concernant les déchets organiques, ils sont collectés puis traités en soubassement. Après être passés en cuve de méthanisation, nous récupérons des biogaz permettant de produire de l'électricité et du compost réutilisé pour les plantes.



Système du parcours des déchets organiques

Matérialisation du dispositif

Le réseau extérieur se matérialise par l'installation de conduits en aluminium de différents diamètres placés en façades nord, sud, est et ouest des deux édifices de l'Institut d'Agronomie et de l'Institut des Technologies Durables. En façade sud, où sont récupérées et transformées les énergies naturelles, sont installés trois types de conduits : un pour acheminer l'eau récupérée en toiture aux différents niveaux, un pour faire circuler l'air et ainsi ventiler l'intérieur des édifices et un troisième pour récupérer l'énergie solaire. Les diamètres de ces conduits sont de 30 centimètres pour l'eau, 60 centimètres pour la ventilation et 20 centimètres pour les conduits recouverts de film photovoltaïque. Le diamètre important des conduits de ventilation évite les courants d'air à l'intérieur des édifices. En effet, plus un tube est fin, plus l'air qui passe dedans circule vite, et inversement. L'espacement entre chaque conduit est de 40 centimètres, créant ainsi des percées visuelles sur la ville et permettant de profiter de l'ensoleillement à l'intérieur des édifices. En façade nord, nous retrouvons deux types de conduits : un pour l'eau et un second pour faire circuler les déchets organiques afin de les valoriser. Le diamètre des conduits d'eau est identique en façade nord et en façade sud. Les conduits permettant l'acheminement des déchets en soubassement ont quant à eux un diamètre de 60 centimètres.



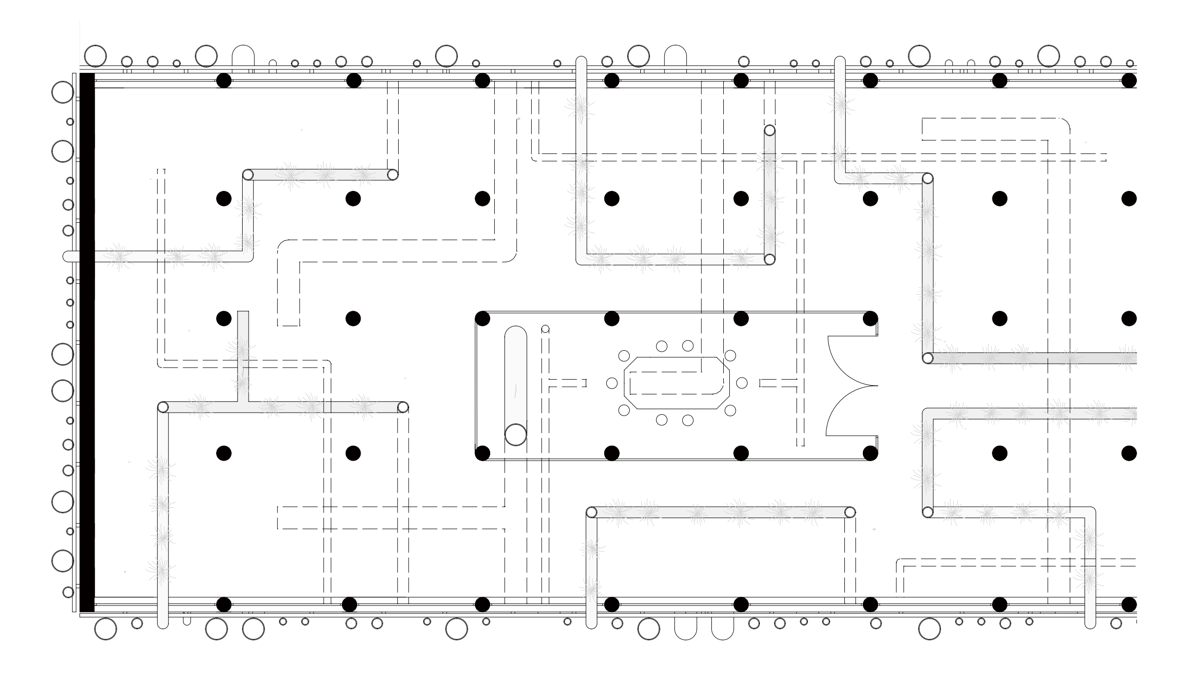
Vue extérieure de la façade de l'Institut d'Agronomie

Nous avons exploité la forte dualité nord / sud créée par l'orientation des édifices pour répartir les fonctions des conduits et optimiser l'utilisation des ressources naturelles. Les façades est et ouest sont quant à elle des surfaces expérimentales dédiées aux chercheurs et aux étudiants. Nous y retrouvons des conduits de différents diamètres reliés au réseau intérieur contribuant ainsi à alimenter les édifices en énergie.

Les conduits, installés verticalement, n'ont pas tous la même hauteur. Cette dernière dépend du point de départ et du point d'arrivée du fluide qui circule à l'intérieur. Les conduits d'eau ont tous leur origine au niveau de la dalle de toiture car nous profitons de cette surface pour récupérer les eaux de pluie. La hauteur de leur point d'entrée dans les édifices est variable.

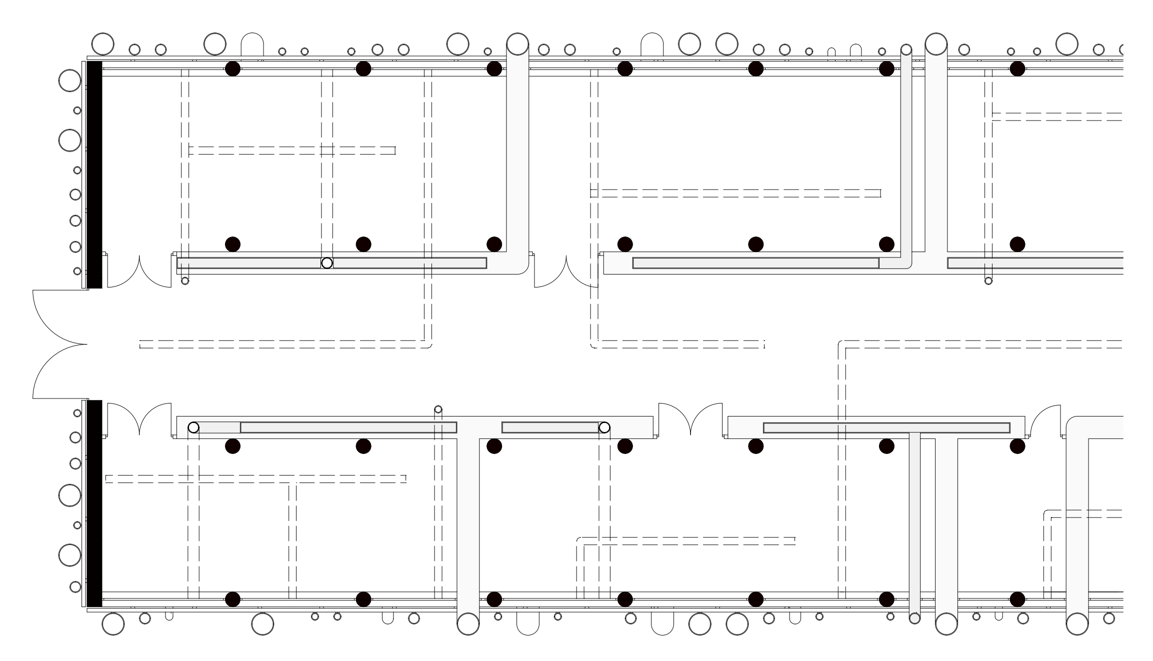
Aux endroits où les besoins en énergie électrique, en eau ou en ventilation ont été identifiés, les conduits extérieurs pénètrent dans les édifices pour former le réseau intérieur et répondre aux besoins énergétiques.

Le diamètre des conduits du réseau intérieur est identique à ceux des conduits extérieurs, caractérisé par le fluide y circulant. Les conduits transportant l'eau délimitent des bacs dans lesquels se trouvent les plantes, se transforment en tubes supportant la culture hydroponique ou remplissent des réservoirs permettant de stocker l'eau.

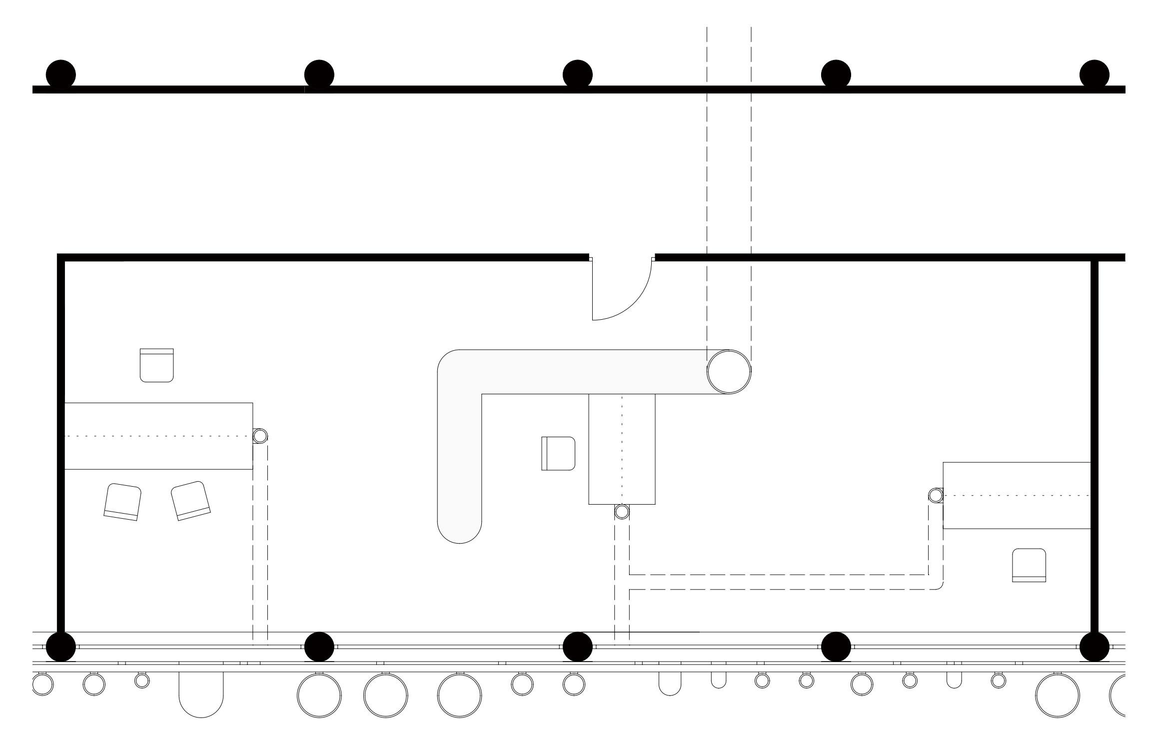


Plan détaillé R+2 de l'Institut d'Agronomie. Salle de réunion et culture hydroponique Ech 1/200

Les conduits conduisant l'électricité sont au niveau du plafond des luminaires horizontaux. Puis le conduit est coudé, descendant ainsi verticalement pour permettre l'installation de prises électriques. Un dernier coude ramène le conduit à l'horizontal, le transformant ainsi en support pouvant un accueillir un plateau pour faire une table ou un bureau. Concernant la ventilation des édifices, les conduits sont installés au plafond puis sont coudés une première fois pour descendre à la verticale et une seconde fois pour être de nouveau parallèle au sol et délimiter ainsi des espaces comme les boxes des animaux ou créer un support permettant l'installation d'une assise.
Les conduits permettent également de moduler l'apport en lumière naturelle à l'intérieur des édifices et de créer des percées visuelles plus ou moins grandes sur la ville et les montagnes au Sud, sur la colline de la Bastille au Nord. Ces différences de vue permettent de ressentir la dualité géographique du site : l'implantation dans la montagne au nord et l'horizon dégagé au sud.

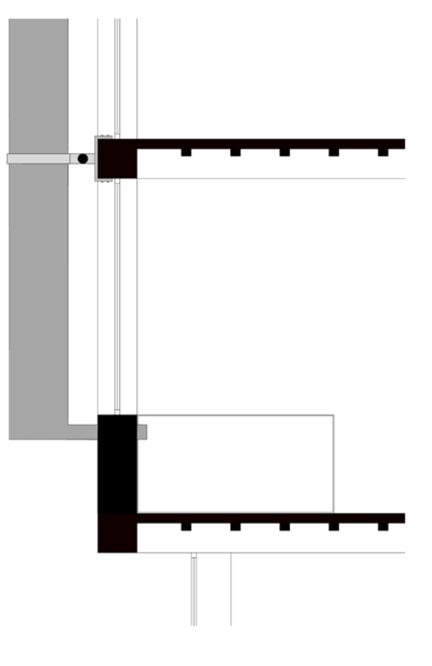


Plan détaillé du RdC est de l'Institut d'Agronomie. Espace animaux.
Ech 1/200



Plan détaillé d'un bureau type de l'Institut d'Agronomie.
Ech 1/200

L'Institut Dolomieu et l'Institut de Géographie Alpine ne sont pas des bâtiments classés aux Monuments Historiques. Cependant, nous tenons à respecter le bâti existant en laissant la possibilité d'enlever le réseau facilement sans laisser de traces. Ainsi nous prévoyons un système d'accroche léger, réalisable grâce à des pinces. Ces pinces se fixent à la dalle ou à un poteau et permettent de développer le réseau sur les façades et à l'intérieur. Le deuxième avantage de ce système d'accroche est qu'il est facile à mettre en place et adaptable à de nombreux bâtiments nécessitant une réhabilitation.



Détail d'accroche

Quantification des énergies

Les eaux de pluie sont collectées en toiture des deux édifices et servent majoritairement à l'arrosage des plantes, à l'abreuvage des animaux et aux sanitaires. La surface de toiture de l'Institut d'Agronomie est de 1600m², celle de l'Institut des Technologies Durables de 900m². La pluviométrie annuelle de Grenoble est de 0.96m³/m²/an . Nous pouvons donc espérer récupérer en moyenne 2400m³/an.

Après avoir été récupérées en toiture, ces eaux de pluie seront réparties aux endroits souhaités via le réseau, dans des conduits de 30 centimètres de diamètre. Des réservoirs de taille variable, entre 1 et 5 mètre cubes, installés à différents endroits permettront le stockage de l'eau. Un trop plein remplissant une cuve en sous-bassement est tout de même

prévu afin d'éviter les inondations. Le réseau en façade permet de créer plusieurs boucles distinctes. Tout d'abord, l'arrosage des plantes. L'eau de pluie est acheminée via des conduits en façade nord ou sud vers des réservoirs. Chaque réservoir sert à arroser une zone plantée ou à remplir un conduit supportant la culture hydroponique. Le surplus d'eau est récupéré puis acheminé en soubassement vers un système de phytoépuration. L'eau épurée est ensuite réinjectée dans les conduits et réutilisée dans les édifices. Le système est identique pour l'abreuvage des animaux et les sanitaires. Il faut noter que chaque réservoir permettra un traitement de l'eau collectée afin que celle-ci soit propre à la consommation. Ces microsystèmes, installés dans les bâtiments en fonction des besoins locaux permettent une économie d'énergie en évitant au maximum l'installation de pompes et permet de recycler l'eau qui est une ressource rare à la Bastille.
Les 2400m³ d'eau de pluie récoltés ne suffiront cependant pas à subvenir aux besoins annuels des édifices. Nous savons que jusqu'ici, les besoins en eau de l'Institut Dolomieu et de l'Institut de Géographie Alpine étaient assurés par le réseau du CROUS, installé au Rabot, qui est aujourd'hui vétuste. La Régie des Eaux de Grenoble cherche actuellement une solution viable pour prendre en charge la distribution de l'eau sur la colline.

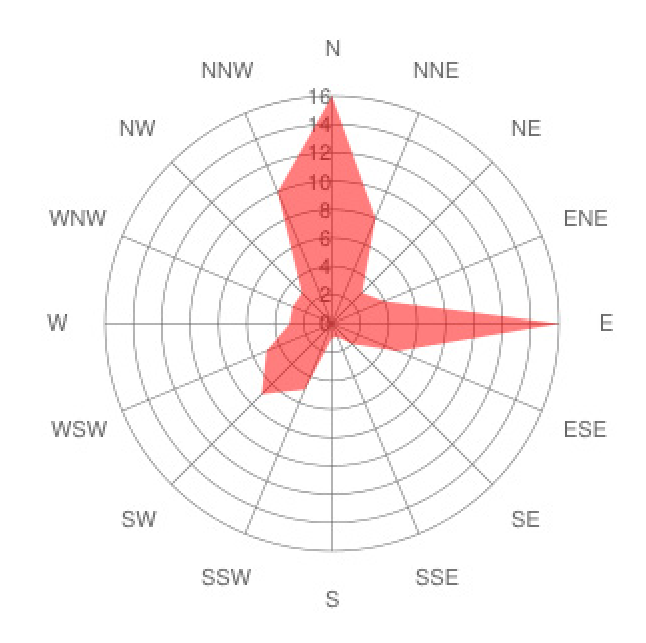
Pour que les édifices soient alimentés en électricité, nous installons en façade sud des conduits recouverts d'un film photovoltaïque. Cette technologie récente, développée par l'entreprise française Wysips, est sur le point de se répandre sur de nombreuses surfaces car elle présente plusieurs avantages. Tout d'abord son faible coût de 2€/m². De plus, ce film est peu encombrant car il a une épaisseur comprise entre 0.1 et 0.5mm. Les capteurs sont actifs en lumière faible et génèrent un peu d'énergie y compris sous éclairage artificiel. Une puce électronique convertit et gère l'électricité produite pour ensuite la redistribuer. L'intérieur creux des conduits servira à installer les puces et les fils électriques permettant d'acheminer l'électricité à l'intérieur. Un autre avantage du film photovoltaïque est qu'il s'adapte à la forme de nombreuses surfaces. Il sera donc simple de le cintrer pour l'adapter à la courbure des conduits de 20 centimètres de diamètre.
Il en est ici de même pour l'électricité que pour l'eau. L'énergie solaire ne suffira pas à alimenter en énergie l'Institut d'Agronomie et l'Institut des Technologies Durables. Cependant, ces dispositifs sont installés à titre expérimental. L'objectif est de les améliorer. Nous proposons des solutions existantes qui seront certainement remplacées à terme par des dispositifs plus performants, peut-être élaborés au sein du nouveau centre de recherche de Grenoble. Nous savons que le réseau électrique actuel des deux instituts est vétuste et donc à refaire entièrement.

Au fil de nos recherches, nous avons trouvé une nouvelle gamme d'éoliennes développée par l'entreprise Eléna Energie (Eléna pour électricité naturelle), basée à Grenoble. Ces éoliennes sont le fruit de cinq années de recherches et développement menées par le créateur de l'entreprise Frédéric Carré, en collaboration avec deux laboratoires de recherche de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) : le CEA et le CNRS. Ces « turboliennes », qui tirent leur surnom de la contraction des mots « turbine » et « éolienne », constituent un tout nouveau type aérogénérateurs. Avec un diamètre de 1,6m, elles sont petites, silencieuses, efficaces même par vent faible et adaptées au milieu urbain grâce à leur mat auto-directionnel. Le rendement est effectif à partir de 11 km/h de vent. Son axe de fonctionnement peut être horizontal ou vertical, ce qui permet différents types d'implantation. La géométrie des profils aérodynamiques internes et externes de la carène augmentent la vitesse du flux d'air interne et externe. La carène produit le même type de phénomène d'accélération et d'aspiration des flux d'air qu'une aile d'avion. Cela permet aux mini-éoliennes de produire la même quantité d'énergie que des éoliennes trois fois plus grandes. Par ailleurs, la carène réduit considérablement la nuisance sonore et les vibrations produites par les pales. Elle empêche également tout accident lié au mouvement des pales, ce qui est important pour un édifice destiné à recevoir du public. On peut y fixer une grille qui empêche les oiseaux de se blesser sur les pales. Il faut souligner que 100% des pièces nécessaires à la fabrication d'une turbolienne émanent d'entreprises françaises et que 80% proviennent d'entreprises basées à et autour de Grenoble.



La «turbolienne»

Les vents dominants à Grenoble proviennent majoritairement du Nord et de l'Est. Cependant, la colline de la Bastille n'est pas l'endroit le plus venté de la ville. Le nombre d'éoliennes mis en place sera donc restreint. Une fois de plus, cette technologie est installée à titre expérimental. On peut imaginer que les conditions naturelles du site inciteront les scientifiques à chercher des solutions performantes pour un environnement peu exposé au vent.



Graphique des vents dominants à Grenoble
Source : http://fr.windfinder.com

L'énergie solaire et l'énergie éolienne sont deux des trois moyens mis en place en façade des édifices pour produire de l'électricité. Le troisième dispositif est la méthanisation des matières organiques produites par les différents acteurs du centre de recherche. En effet, la question des déchets organiques est primordiale dans ce projet puisqu'une partie de l'Institut d'Agronomie est réservée à l'accueil d'animaux et à la culture des plantes, un restaurant est prévu au rez-de-chaussée de l'Institut des Technologies Durables et dans les deux édifices se trouvent des douches et sanitaires. Nous comptons donc valoriser ces déchets issus des boues animales et humaines, des aliments et des plantes. Les déchets produits aux différents niveaux des édifices seront transportés vers des cuves, installées dans le soubassement de chacun des instituts, par des conduits situés en façade nord. Une fois dans la cuve, le système de méthanisation se met en place. La méthanisation est basée sur la décomposition de matières organiques par des micro-organismes en milieu anaérobie, c'est-à-dire privé d'oxygène. Cette dégradation aboutit à la production de deux composants : un premier, le digestat, qui servira de compost pour les plantes et un second, le biogaz, qui lorsqu'il est brulé sert à la production d'électricité et de chaleur. Ainsi, les déchets produits sont valorisés et servent au bon fonctionnement des édifices.

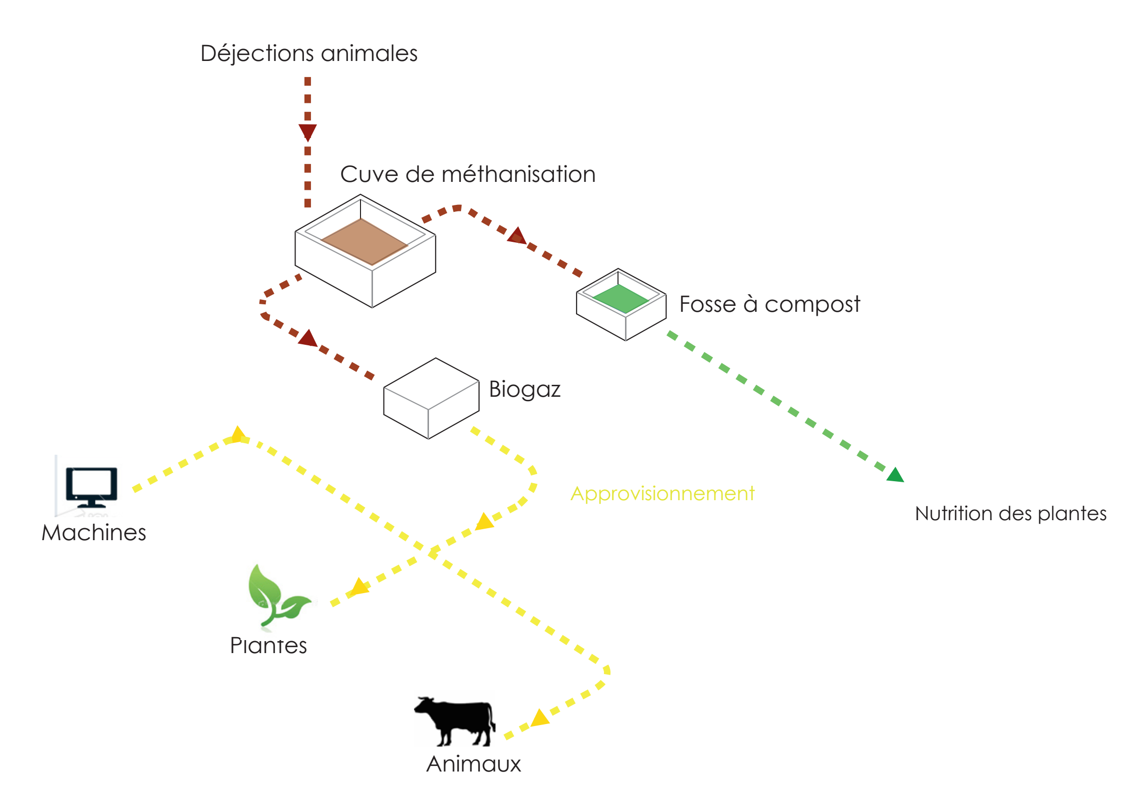


Schéma de la méthanisation des déchets organiques

En plus de valoriser les déchets organiques, nous prévoyons un système de phytoépuration permettant de nettoyer les eaux usées afin de les réutiliser. La phytoépuration est une technique d'assainissement autonome dont le pouvoir épurateur provient des bactéries aérobies qui se développent dans des bassins garnis de roches volcaniques et de plantes aquatiques. Les bactéries décomposent les matières organiques polluantes en matières minérales assimilables par les plantes. En contrepartie, les plantes fournissent de l'oxygène aux bactéries par leurs racines. Ces plantes sont généralement des roseaux. L'eau filtrée est ainsi débarrassée de la majorité de sa charge organique et particulaire. Après avoir été nettoyée, l'eau est réinjectée dans les édifices grâce aux conduits placés en façades et réutilisée pour l'abreuvage des animaux, l'arrosage des plantes…

Cuve de stockage

Eaux usées

Filtration

Distribution

Culture hydroponique

Plantes diverses

Eaux usées

Abreuvage des animaux

Schéma du principe de phytoépuration

Les réseaux extérieurs et intérieurs permettent ainsi aux édifices d'acquérir une certaine autonomie par rapport aux énergies fossiles. Ce vaste domaine devient un terrain de recherche dont l'enjeu est primordial pour les scientifiques. Quant au public, nous espérons le sensibiliser à une consommation énergétique plus raisonnée en lui montrant les dispositifs nécessaires à la production d'énergie.

Perception double

En plus de produire de l'énergie, les réseaux extérieurs et intérieurs, créent dans les édifices des ambiances singulières. Les façades nord et sud sont vitrées, contrairement aux façades est et ouest. Les conduits en façades nord et sud permettent de créer des jeux d'ombres et de

lumières qui rythment les niveaux de l'Institut d'Agronomie et de l'Institut des Technologies Durables. La verticalité des tuyaux se dessine sur le sol. Ces grandes alternances de lignes droites sombres et claires se déplacent en suivant la course du soleil. Le réseau extérieur n'est plus seulement fonctionnel, il devient créateur d'ambiance. Les conduits n'ayant pas tous la même hauteur ni le même diamètre, ils créent des percées visuelles sur la ville, reprenant le champ lexical du cheminement à travers la colline de la Bastille, notamment la typologie de cadrage du paysage abordée précédemment. Au sud, la ville est parfois perçue partiellement. Certains points de repère apparaissent puis disparaissent en fonction du positionnement du corps dans l'espace. D'autres points de vue donnent à voir la ville dans son intégralité avec en arrière-plan la chaîne de montagnes de Belledonne. Au nord, la lumière naturelle est moins forte car les édifices sont adossés à la colline de la Bastille. La vue est directement plongée dans la végétation et la roche.



Vue intérieure de l'Institut d'Agronomie

L'emplacement de ces deux édifices est exceptionnel et offre au quotidien un spectacle différent, modelé par des paramètres naturels en constant changement.
Les conduits intérieurs quant à eux reprennent la typologie de passage étudiée en amont du projet *Haute Techno-Ferme*. Ils permettent, en plus d'éclairer, de ventiler et d'hydrater d'aménager les espaces en les séparant et de créer du mobilier comme des bureaux ou des bancs. Ils prennent ainsi possession de l'espace.



Vue intérieure de l'Institut d'Agronomie

Le réseau intérieur permet également de suivre le cheminement de l'eau, d'observer les nanosystèmes mis en place pour en perdre le moins possible, de comprendre les boucles d'utilisation depuis sa récupération en toiture jusqu'au recyclage en soubassement. Cela génère des bruits et crée un paysage sonore dans les édifices. Il sera ainsi possible d'entendre l'eau ruisseler dans les conduits et le vent s'y engouffrer. Une fois de plus, les sons diffèreront en fonction des conditions climatiques quotidienne. Les édifices vivent en relation étroite avec leur milieu.



Vue intérieure de l'Institut d'Agronomie

En plus de répondre à des besoins ponctuels par des apports ponctuels, ces nanosystèmes permettent de sensibiliser le public à l'économie des ressources, de montrer qu'il est possible de s'organiser autrement, de réfléchir à plus petite échelle pour éviter au maximum les pertes d'énergie. Ils valorisent également le recyclage des déchets, montrant ainsi qu'en majorité ils peuvent être transformés et réutilisés. Ces deux typologies se complètent et créent une dynamique forte permettant une connexion entre le site, les édifices et les Hommes ce que nous pouvons qualifier d'écosystème.

Conclusion

Le projet *Haute Techno-Ferme*, implanté sur le site de la Bastille, contribuera à la renommée scientifique de la ville de Grenoble. Se situant à proximité du centre-ville et articulant les deux campus universitaires grâce à un nouveau réseau de transport par câble, il devient la vitrine de la science de la capitale des Alpes. Un des points fort du projet est de faire travailler en collaboration de nombreux acteurs tels que les chercheurs, les étudiants et le grand public sur les enjeux environnementaux de demain. Le projet *Haute Techno-Ferme* s'inscrit dans la volonté de mener des recherches sur la valorisation des ressources naturelles et l'amélioration des capteurs d'énergie. Raisonner à petite échelle sur les sujets de consommation d'énergie permettra de multiples économies, notamment d'eau et d'électricité. Cet apport d'énergie ponctuel pour des besoins ponctuels est possible grâce à la mise en place du réseau nourricier extérieur et intérieur servant à capter et à distribuer l'énergie ainsi qu'à aménager les espaces. Ce réseau expérimental tend à évoluer pour devenir de plus en plus performant. Ainsi, les ressources naturelles sont utilisées au maximum et tout ce qui est produit par les êtres vivants est capté, transformé et consommé de manière réfléchie et économe. Le réseau mis en place pour réhabiliter l'Institut Dolomieu et l'Institut de Géographie Alpine a pour but d'être adaptable à tous les édifices et devenir ainsi une solution simple et efficace de réhabilitation. Son avantage est de pouvoir se fixer n'importe où grâce à son système d'accroche de pinces et de capter, transformer et distribuer l'énergie. Il est également adaptable à l'échelle de la maison particulière, permettant ainsi à tout le monde de pouvoir capter des énergies pour les intégrer dans ses consommations quotidiennes.

L'implantation contrastée des édifices nous a non seulement permis de créer un maximum de climats différents répondant aux besoins des acteurs de l'Institut d'Agronomie et de l'Institut des Technologies Durables

à savoir les Hommes, les plantes et les animaux mais permettra aussi aux chercheurs de faire des expériences en faisant varier plusieurs paramètres. Ces changements de facteurs climatiques contribueront à la recherche sur la culture contrainte, en ville ou en montagne, et ainsi de trouver des solutions durables et adaptables aux besoins quotidiens de chacun.

Ce projet a également comme enjeu de valoriser le site de la Bastille, lieu incontournable de Grenoble. Il reste dans une démarche pédagogique, prenant la suite des facultés de géologie et de géographie. La ville de Grenoble étant en pleine réflexion quant au devenir de ce quartier et des bâtiments présents sur le site, nous proposons une solution simple, écologique et respectueuse du passé historique du site et du bâti existant en y implantant un pôle de recherche agronomique et technologique.

Annexes

Annexe 1 - Tableau des INRA

REGIONS	VILLE	UNITES
Alsace	Colmar	-Santé de la vigne et qualité du vin
Aquitaine	Bordeaux	-Développement des aliments sains et sûrs -Santé et agroécologie du vignoble -Unité expérimentale forêt
Auvergne	Clermont-Ferrand	-Physiologie intégrée de l'arbre fruitier et forestier -Unité de recherche de l'écosystème prairial
Bourgogne	Dijon	-Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques des écosystèmes limniques -Chrono-environnement
Bretagne	Rennes	-Ecobiologie et santé des écosystèmes -Ecologie et écotoxicologie aquatiques
Centre	Orléans	-Génétique et biomasse forestières -Conservatoire génétique des arbres forestiers -Laboratoire de biologie des ligneux et grandes cultures
	Tour	-Amélioration, génétique et physiologie forestière -Zoologie forestière
Ile de France	Jouy-en-Josas	-Recherches sur l'animal, l'aliment et les microbes pour l'alimentation et la santé
	Paris	-Siège de l'INRA
	Versailles - Grignon	-Biogéochimie et écologie des milieux continentaux -Géonomie végétale
Languedoc-Roussillon	Montpellier	-Botanique et bioinformation de l'architecture des plantes -Centre de biologie et de gestion des populations -Ecologie fonctionnelle et biogéochimie des sols
Lorraine	Nancy	-Ecologie des forets, prairie et milieux aquatiques -Annales des sciences forestières -Unités expérimentale forestière -Laboratoire d'études des ressources forets-bois -Interaction arbres-microorganismes -Ecologie et ecophysiologie forestiere -Biogéochimie des écosystèmes forestiers -Recherches avancées sur la biologie de l'arbre et les écosystèmes forestiers
Midi-Pyrénées	Toulouse	-Dynamiques forestières dans l'espace rural -Comportement et écologie de la faune sauvage
PACA	Avignon	-Unité expérimentale entomologie et forêt méditerranéenne -Unité de recherche écologie des forets méditerranéennes -Abeilles et environnement -Environnement et agronomie
	Marseille	-Biotechnologie des champignons filamenteux
	Nice	-Unité expérimentale Villa Thuret
Pas de calais	Lille	-Recherches sur la biomasse lignocellulosique et les impacts environnementaux des grandes cultures -Recherches sur l'adhésion des biofilms bactériens

Annexe 2 - Tableau des typologies de cadrage

Types de cadrage	Paramètres	Qualifications sensibles	Représentation graphique
Points de vue	- espace ouvert et stable - connexion visuelle avec la ville - prise de hauteur sur la ville	- lecture de la ville à différentes échelles - les traits de caractère de la ville ressortent / les grandes lignes	
Fenêtres	- percement dans les remparts - frontière paysage / bâti - infranchissable physiquement - dehors / dedans	- orientation du regard sur la ville - lieu de contemplation - profondeur de champ	
Portes	- cadrage du paysage - orientation du regard	- point de repère donnant de la profondeur au paysage (premier plan) - évaluation des distances proche / lointain - profondeur de champ	

Tableau des typologies de passage

Types de passage	Paramètres	Qualifications sensibles	Représentation graphique
Escaliers	- franchissement de hauteur - élévation physique	-changement de rythme de marche - progression dans le parcours - déséquilibre / destabilisation / raide/ vertigineux / irrégulier	
Tunnels	- espace clos et traversant - un seul échappatoire	- oppressant / étroit - sombre - courant d'air / froid - silence - vertigineux - appel de la sortie	
Portes	- franchissement d'espaces - passage symbolique - segmentation du parcours - délimitation	- modification du contexte - points de repère / bornes / indicateur de progression du parcours	
Voûte	- abri spacieux / large / haut - transition / connexion	- interaction difficile avec l'espace car spacieux - observation du bâti intriguant - espace interpellant	
Revêtement de sol	- changement de matérialité - changement d'espace / d'environnement - passage symbolique	- changement de la façon de marcher - modification du ressenti - franchissement d'étape	
Aire de repos	- terrain plat - présence de bancs et poubelles - panneaux indicateurs / sportifs / instructifs	- respiration / phase de récupération - moment de contemplation - orientation / localisation sur une carte	

Bibliographie

Livres

Banham Reyner, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, Orléans, HYX, 2011.

Bjarke Ingels Group, *Yes is more*, Köln, Taschen, 2009.

Cache Bernard, *Terre meuble*, Orléans, HYX, 1997.

Collectif d'auteurs, *Construire avec les aciers*, Paris, Le moniteur, 2001.

Dekleva Aliosa, Gatto Manuela, Gregoric Tina, Sedlak Robert, Stroumpakos Vasili, *Negociate my boundary! Mass-customisation and responsive environments,* Basel, Birkhauser Verlag AG, 2006.

Deplazes Andrea, *Construire l'architecture du matériau brut à l'édifice*, Heidelberg, Springer Verlag, 2008.

Dhoquois Anne, Coudsi Marie-Reine, *Jardins, la nature dans nos espaces de vie*, sous la direction d'Henri Dougier, Paris, Autrement, 2011.

Eeckhout Mick, *Structures tubulaires en architecture*, Genève, CIDECT, 1994.

Grillet-Aubert Anne, Guth Sabine, *Transport et architecture du territoire*, , Paris, Ipraus, 2002.

Ishigami Junya, *Small images*, Tokyo, INAX Publishing, 2008.

Neufert Ernst, *Les éléments des projets de construction*, Paris, Dunod, 1996.

Rahm Philippe, *Architecture météorologique*, Paris, Archibooks, 2009.

R&Sie… architects, *Spoiled Climate*, Basel, Birkhäuser Verglag AG, 2003.

PFE

Baguet Marie, *Traversées du campus*, PFE 0627, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Dessort Hélène, *Promenades à la Bastille*, TPFE 1441, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Joubert Laura, *Le bruit des canons : la culture rentre au fort*, PFE 0509, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Testud Jean-Michel, *La colline de la Bastille : requalification du fort sommital et de son territoire par une intervention sur le glacis et la gare du téléphérique*, TPFE 1379, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.

Articles

Demers Claude, Galibois Chantal, Potvin André, *Le végétal comme composante de l'espace architectural*, publié dans Ambiances in action / Ambiances en acte(s), International Congress on Ambiances, Montréal 2012 Canada, 2012

Steinmann Lionel, *Le téléphérique urbain se lance à la conquête des villes françaises*, Les Echos, 6 mars 2013

Taille Michel, A Medellin, *Un téléphérique au-dessus de la misère*, Libération, 16 septembre 2004

Jardiner, Les carnets du paysage n°9&10, Arles, Actes Sud et Ecole Nationale Supérieure de Paysage, 2003.

Cheminements, Les carnets du paysage n°11, Arles, Actes Sud et Ecole Nationale Supérieure de Paysage, 2004.

Sites internets

http://www.designboom.com
http://jardins-partages.org/
http://www.arehn.asso.fr/dossiers/jardin_partage/index.html
http://www.lepassejardins.fr
http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/developpement-durable-1/d/diaporama-les-fermes-urbaines-du-futur_41528/
http://www.lametro.fr/
http://www.lyon-entreprises.com/News/La-redaction/News/Une-start-up-grenobloise-Elena-Energie-revolutionne-le-marche-de-l-eolienne-urbaine,i8575.html
http://www.grenoble-inp.fr/entreprises/elena-energie-le-souffle-de-l-innovation-269674.kjsp
http://www.bastille-grenoble.fr/
http://www.grenoble-tourisme.com/

Le projet *Haute Techno-Ferme* consiste en la réhabilitation de deux édifices emblématiques de Grenoble, l'Institut Dolomieu et l'Institut de Géographie Alpine, en un pôle de recherches scientifiques sur la colline de la Bastille. Plusieurs enjeux sont au cœur du projet. Tout d'abord, la connexion des deux campus universitaires de la ville situés à Saint-Martin-d'Hères et au Polygone scientifique, réputés pour leurs activités de recherche. Cette liaison est possible grâce à la création d'un nouveau réseau de transport par câble. Le projet *Haute Techno-Ferme* devient ainsi un point innervant de la recherche scientifique dans le domaine de l'agronomie et du développement durable. Le second est de puiser dans les ressources naturelles du site pour alimenter les édifices en énergie. Pour cela, une façade technique, sous forme de réseau nourricier, les capte et les distribue. La situation géographique très contrastée des deux édifices est utilisée pour créer des climats différents, en harmonie avec les acteurs du projet. Enfin, le projet *Haute Techno-Ferme* a un but pédagogique de sensibilisation du public aux questions environnementales et de l'agriculture contrainte actuelles en lui donnant des pistes de réflexion sur la manière de produire et de consommer.